2002 January

Canada's Greenhouse Gas Inventory

GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division

FACTSHEET 1

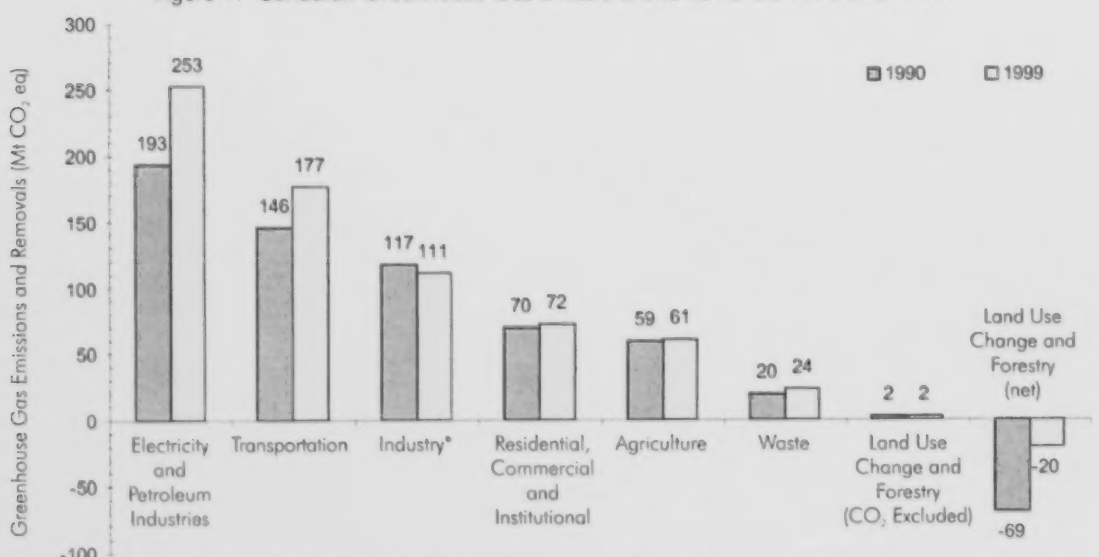
Overview: 1990-1999

In 1999, Canadians emitted 699 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq) of greenhouse gases into the atmosphere. In the short-term, emissions rose 1.4% since 1998, while between 1990 and 1999, emissions increased 15.1%. Although emissions have been rising since 1990, the upward trend is slowing (for example, 1.4% annual growth in 1999 versus 3.5% in 1994). Comparatively, over the 1990 to 1999 period, Canada's Gross Domestic Product (GDP) grew nearly 25%, total domestic energy consumption increased 13%, and population rose 10%.

- On a greenhouse gas basis, carbon dioxide was the dominant gas, accounting for 78.1% (546 Mt) of 1999 emissions, while methane and nitrous oxide contributed the next largest shares at 12.9% (90 Mt) and 7.8% (54 Mt), respectively.
- The greatest sector contributions to emissions in 1999 are from the Electricity and Petroleum Industries, which accounted for 36% of total national emissions (253 Mt), and the Transportation sector, which contributed 25% (177 Mt). These sectors are also responsible for nearly all of the growth in Canadian emissions since 1990. This is mainly the result of an increase in fossil fuel consumption for electricity generation, a rise in transportation energy consumption, as well as growth in fossil fuel production, largely for export.
- The Industry sector exhibited a 6% decrease in emissions between 1990 and 1999, despite increases in sector GDP and production. The reduction in emissions is largely due to a decline in process emissions from adipic acid production, as well as increased energy efficiency and fuel substitution. Other sectors, such as Residential, Commercial and Institutional (RCI), Agriculture, and Waste, contributed only 8% to the total emissions growth over the period.
- Net carbon dioxide *removals* by sinks associated with the Land-Use Change and Forestry sector declined 67% since 1990, to an estimated 20 Mt in 1999, but are not included in the national inventory totals.

**Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.*

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada

Environment Canada / Environnement Canada

Canada's Greenhouse Gas Inventory

Canada's National Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada. The inventory is prepared in accordance with the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and particularly Decision 3/C.P. 5 which states Annex 1 parties should annually submit by April 15 national inventories in accordance with the UNFCCC Guidelines on annual inventories (UNFCCC/CP/1999/7). Inventory estimates are determined by methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as from published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste.

The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-1999: Trends Fact Sheet Series

The 1990-1999 CGHGI Fact Sheet Series provides a discussion of the trends in Canadian greenhouse gas emissions and removals on a sector basis, and presents an understanding of the nature, causes and sources of the trends. Methodologies for estimating quantities of emissions and removals, while not included in the fact sheet series, are detailed in Environment Canada's latest report entitled, Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods, April 2001, which was published in the fall of 2001.

In addition to this fact sheet, which contains a national overview of Canada's greenhouse gas trends since 1990, seven sectors have been analyzed:

1. *Electricity and Petroleum Industries:* is comprised of two sectors:
   - Electricity Generation - includes emissions from fuel combustion; and
   - Petroleum Industries - includes fuel combustion, industrial process and fugitive emissions within the upstream (e.g. oil and gas exploration, production and transport) and downstream (e.g. refining of oil products and natural gas distribution) petroleum industry sub-sectors.
2. *Transportation:* includes fuel combustion emissions from mobile sources - on-road, air, marine, rail, and off-road modes.
3. *Industry:* consists of fuel combustion, industrial process and fugitive emissions from a diverse array of industries - from steel, auto, and electronic manufacturing to pharmaceutical, fertiliser, pulp and paper and food production.
4. *Residential, Commercial and Institutional Sector:* includes fuel combustion emissions within the Residential and Commercial and Institutional sub-sectors.
5. *Agriculture:* includes the contribution to greenhouse gas emissions from livestock, manure management, and agricultural soils.
6. *Land-Use Change and Forestry:* includes greenhouse gas emissions and removals from changes in forest and other woody biomass stocks, human-induced fires, and land-use changes.
7. *Waste:* includes emissions from solid waste disposal on land, wastewater handling and waste incineration.

Canada's Gross Domestic Product (GDP) has been growing more rapidly as greenhouse gas emission growth has slowed.

Year	Annual Growth in GHG Emissions (%)	Annual Growth in GDP* (%)
1994	3.5%	4.7%
1995	2.6%	2.8%
1996	2.2%	1.5%
1997	1.4%	4.4%
1998	1.1%	3.3%
1999	1.4%	4.5%

* Statistics Canada, CANSIM 9028.

National Trends

Total Canadian emissions of greenhouse gases in 1999 were 699 Mt, 1.4% above the 1998 estimate of 689 Mt and 15.1% higher than the 1990 level of 607 Mt. Although emissions have been rising since 1990, the upward trend is slowing (see text box). For example, in 1994 emissions growth peaked at over 3.5% per year, while in 1998-1999, the annual emissions increase was 1.4%. The increase in emissions during the past decade outpaced the 10% growth in population (Statistics Canada, #91-213), as well an increase in total domestic energy consumption, which grew 13% (Statistics Canada, #57-003). Growth in total

Table 1. Canada's Greenhouse Gas Emissions Summary by Sector, 1990 to 1999

GHG Source Category	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt CO_2 equivalent									
Electricity and Petroleum Industries	193	195	208	203	209	220	223	230	249	253
Transportation	146	140	143	146	154	157	161	168	171	177
Industry*	117	115	113	113	118	119	124	123	114	111
Residential, Commercial and Institutional	70	69	71	74	74	74	79	76	68	72
Agriculture	59	58	58	58	60	61	61	61	61	61
Land-Use Change and Forestry	2	3	3	3	4	5	2	1	3	2
Waste	20	21	21	22	22	22	22	23	23	24
TOTAL	607	600	616	619	641	658	672	682	689	699

*Includes emissions from Solvents and Other Product Use.

Due to rounding, individual values may not add up to totals.

emissions, however, was well short of the almost 25% increase in GDP between 1990 and 1999.

Figure 2 indicates that greenhouse gas emissions per unit of GDP decreased between 1990 and 1999. This was mainly the result of fuel substitution away from fossil fuels in the industrial, residential, and commercial sectors and gains in energy efficiency. Greenhouse gas emissions per capita increased over the period, and was influenced by changing characteristics in various sectors. Such factors that affected emissions growth include increases in fossil fuel consumption for electricity generation, increased energy consumption in the transportation sector, and growth in fossil fuel production, largely for export.

In fact, growth in oil and gas exports, primarily to the United States, contributed significantly to emissions growth between 1990 and 1999 Figure 3). In this period, total energy production increased 46% and total energy exported increased 159%, while emissions associated with exports increased 111%. The proportion of emissions from all oil and gas production and processing activities that is attributable to exports increased from 22 Mt in 1990 to over 45 Mt in 1999.

Sector Trends in Canada's GHG Emissions and Removals: 1990 to 1999

Electricity and Petroleum Industries

- The Electricity and Petroleum Industries contributed 253 Mt, or 36.2% of total national emissions in 1999 (electricity-related emissions accounted for 47% and petroleum-related emissions 53% of the total emissions in this category).
- Since 1990, emissions grew almost 33%. On a sector basis, electricity generation increased 19% but emissions grew 24%, due to an increased proportion of fossil fuel-generated electricity in the latter 1990s.
- The Petroleum Industries' emissions increased 38% over the period, in which upstream emissions rose 52% while downstream emissions decreased 9%. The rise in Upstream Industry emissions is a result of increased production of oil and gas for export, whereas increased production efficiency in the refining of oil products contributed to the emissions decline in the Downstream Industry.

Figure 2. Canada's Trends in Greenhouse Gas Intensity of GDP and Population, 1990 to 1999

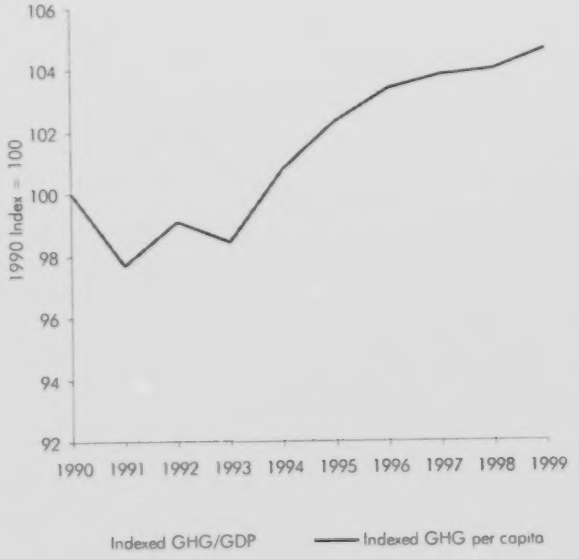
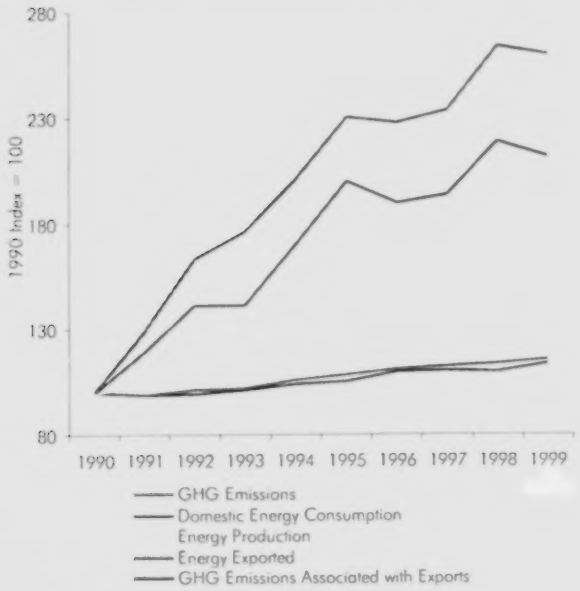


Figure 3. Energy Production, Net Export and Greenhouse Gas Emission Trends, 1990 to 1999



Transportation

- The Transportation sector represents one of the largest sources of emissions in Canada, accounting for 25.3% of total emissions in 1999 (177 Mt).
- Emissions increased 21% between 1990 and 1999. On-road transportation was the largest contributor to emissions in this sector, at 73.7%. Nearly all emissions growth can be attributed to Light-Duty Gasoline Trucks (LDGT, this includes sport utility vehicles and minivans), which contributed 42% or 13.0 Mt of this sector's growth and Heavy-duty Diesel Vehicles (HDDV), which accounted for 40% (12.3 Mt) of the growth.

Industry

- The Industry sector contributed 15.6% (109 Mt) of Canada's total emissions in 1999. Of these emissions, combustion emissions accounted for 57%, industrial process emissions 42% and fugitive emissions 1%.
- Key sub-sectors include the *Other Manufacturing* and *Industrial Chemicals Industries* (41%, or 45 Mt, of total sector emissions), while *Smelting and Refining Industries* and *Primary and Other Steel Industries* combined accounted for a further 29%.
- Industry's emissions decreased 6% between 1990 and 1999. The sector has reduced its emissions despite an increase for most sub-sector industries in production and GDP. Emissions reductions occurred mainly as a result of a 5 Mt reduction in process emissions largely from adipic acid production improvements, as well as lowered GHG emission intensities through increased energy efficiency and fuel switching.

Residential, Commercial and Institutional (RCI) Sector

- RCI sector emissions in 1999 were 71.9 Mt and accounted for 10.3% of Canada's total emissions (43 Mt from the Residential sub-sector and 28.9 Mt from the Commercial and Institutional sub-sector).
- Overall, emissions grew 3% from 1990 to 1999, with varying changes in the sub-sectors (2.3% decline in Residential emissions while Commercial and Institutional emissions grew 12.0%). Changes in emissions resulted from an increase in energy use due to sub-sector growth. This was partially offset by energy efficiency improvements in building stock, warmer weather, and substitution of fuel oil by natural gas.

Agriculture

- In 1999, Agriculture greenhouse gas emissions totalled 60.7 Mt, and contributed 8.7% of the total national emissions. This sector accounted for 69% of Canada's total emissions of nitrous oxide and 25% of methane.
- On a category basis, agricultural soils contributed 56% of the sector's emissions (33.6 Mt) in 1999, enteric fermentation emissions from domestic animals 29% (17.8 Mt), and manure management 15% (9.3 Mt).
- While total sector emissions rose 3% between 1990 and 1999, emissions from manure management rose 13% and enteric fermentation emissions increased 11%. Net carbon dioxide emissions from agricultural soils partially offset these increases, having declined from 7.3 Mt to 0.2 Mt, while nitrous oxide emissions from soils rose 23%.

Land-Use Change and Forestry (LUCF)

- The LUCF sector was a net sink in 1999, as it removed from the atmosphere an estimated 18 Mt. This estimate represents the sum of the net carbon dioxide flux and non-carbon dioxide (methane and nitrous oxide) emissions.
- The net carbon dioxide flux alone also amounted to a

sink (20 Mt); however, LUCF carbon dioxide fluxes are not included in the national inventory totals. If they were included, it would have resulted in a reduction of total Canadian emissions of 10% in 1990 and 3% in 1999. Non-carbon dioxide emissions, however, are included in the national totals and amounted to 2 Mt in 1999. Under the terms of the Kyoto Protocol, net removals by sinks from land-use change and forestry activities will be accounted for separately during the commitment period (2008-2012).

- Between 1990 and 1999, the LUCF sector overall remained a net sink but exhibited a 70% decline in the net removal over the period (from 59 Mt to 18 Mt).
- Overall, the trends observed in the LUCF category largely reflect the changing levels of industrial forestry activity during the 1990s.

Waste

- Waste sector emissions totalled nearly 24 Mt, representing 3.4% of Canada's total emissions in 1999. The primary emissions source is solid waste disposal on land, which accounted for 93% of the sector's emissions. Ninety-five percent of the emissions (22.3 Mt) were methane.
- Since 1990, waste-related emissions rose by over 17%, of which 95% of the increase is attributable to a rise in landfill emissions. Although emissions from solid waste disposal on land rose nearly 18%, increased landfill gas capture reduced the rate of emissions growth from landfills in the early to middle 1990s.

Provincial and Territorial Greenhouse Gas Emissions

Table 2 provides a summary of greenhouse gas emissions by province and territory for 1990 and 1999 by sector (as defined by the UNFCCC). Although the UNFCCC Guidelines on annual inventories only require that national-level detail be reported, it is considered important to provide these details due to the distinct regional differences which exist within Canada. Also, it must be noted that provincial and territorial emission estimates do not sum exactly to the national totals. The differences are due to two factors rounding and a suppression of confidential provincial activity data.

As evident from Table 2, greenhouse gas emissions across Canada are not distributed evenly. Regional differences in factors such as climate, resources available for energy production and/or industry, as well as travel patterns, all contribute to different patterns of emissions. In 1999, the largest provincial contributions to the national emissions total were from Alberta with 214 Mt (representing about 30% of Canada's total emissions), and Ontario, which accounted for 28% of the national emissions (195 Mt). In terms of emissions growth, all provinces except Newfoundland and Labrador experienced an increase in emissions over the 1990 to 1999 period. Saskatchewan incurred the largest emissions growth, at 31%, while Alberta, British Columbia and New Brunswick exhibited increases ranging between 20% and 25%.

For those provinces that experienced an increase in emissions since 1990, their relative contribution to the total national emissions growth is illustrated in Figure 4. From the figure, it is shown that four provinces collectively contributed over 90% of the total national increase in emissions; specifically, Alberta accounted for 48% of the total growth, while Saskatchewan and Ontario each contributed 16%, and British Columbia added 12%.

An in-depth breakdown of provincial and territorial greenhouse gas emissions is beyond the scope of this fact sheet; however, for a complete summary of provincial and territorial emissions for the years 1990 through 1999 inclusive, consult Environment Canada's *Greenhouse Gas Emissions* web site at:
http:www.ec.gc.ca/pdb/ghg/english/ehome.html.

References

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Statistics Canada, *Annual Demographic Statistics*, 2000, Catalogue #91-213.

Statistics Canada, CANSIM 9028.

Statistics Canada, *Quarterly Report on Energy Supply-Demand in Canada* (QRESD), Catalogue #57-003.

T.J. McCann and Associates, et al., *Fossil Fuel Energy Trade & Greenhouse Gas Emissions*, Prepared for Environment Canada, 1997.

United Nations Framework Convention on Climate Change, *Review of the Implementation of Commitments and of Other Provisions of the Convention*, FCCC/CP/1999/7.

Table 2. Summary of Provincial and Territorial Greenhouse Gas Emissions by Sector, 1990 and 1999

	NF	PE	NS	NB	QC	ON	MB	SK	AB	BC	NT & NU	YT
1990 GHG Emissions by Sector	kt CO_2 equivalent											
Energy	8,890	1,470	17,800	14,700	59,400	136,000	12,600	34,500	143,000	42,100	1,250	486
Industrial Processes	77	3	300	150	13,000	27,000	450	590	8,800	2,800	3	1
Solvent and Other Product Use	9	2	14	11	110	160	17	15	38	50	1	0
Agriculture	75	410	610	490	8,000	12,000	6,800	11,000	17,000	2,500	0	0
Land-Use Change and Forestry	30	1	20	40	200	200	100	40	100	2,000	6	10
Waste	360	77	590	500	5,800	7,200	420	500	1,000	3,600	14	7
Total	9,440	1,960	19,400	15,900	86,100	181,000	20,400	46,800	171,000	52,700	1,280	504
1999 GHG Emissions by Sector												
Energy	8,310	1,480	18,700	17,600	61,300	156,000	12,800	47,800	182,000	52,600	1,390	537
Industrial Processes	92	3	290	240	12,000	19,000	450	2,000	12,000	2,900	3	0
Solvent and Other Product Use	8	2	14	11	110	170	17	15	45	61	1	0
Agriculture	81	430	610	520	8,000	12,000	6,900	11,000	19,000	2,600	0	0
Land-Use Change and Forestry	40	3	40	60	400	300	200	100	300	800	70	50
Waste	430	90	690	590	6,300	8,200	590	610	1,100	4,900	18	8
Total	8,960	2,000	20,300	19,100	88,400	195,000	20,900	61,300	214,000	63,900	1,480	595
Absolute Change (kt)												
1990-1999	-480	40	900	3,200	2,300	14,000	500	14,500	43,000	11,200	200	91
Relative Change (%)												
1990-1999	-5.1%	2.0%	4.6%	20.1%	2.7%	7.7%	2.5%	31.0%	25.1%	21.3%	15.6%	18.1%
1999 GHG per capita* (tonne/person)	16.6	14.5	21.6	25.3	12.0	16.9	18.3	59.6	72.2	15.9	21.6	19.4
(National average - 22.9 tonnes/person)												

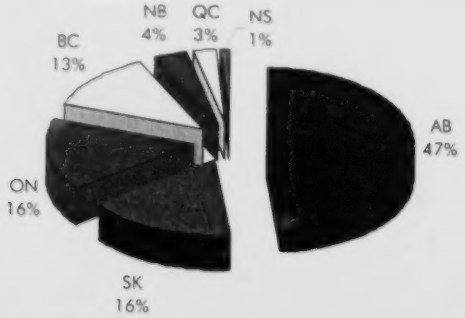
Notes:

Due to rounding, individual values may not add up to totals (zero values may represent estimated quantities too small to display).

Emissions associated with the use of HFCs, PFCs, limestone and soda ash are reported in the national total.

*Source for population data: Statistics Canada, Catalogue #91-213.

Figure 4. Relative Provincial Contribution to the Absolute Growth in Canadian Emissions between 1990 and 1999



MB, NT, NU, YT & PE combined contribute less than 1%.

Also available in this series:

Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks.

CAT: En40-238/1E-IN; ISBN: 0-662-31389-5

2002 January

Canada's Greenhouse Gas Inventory

GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division

FACTSHEET 2

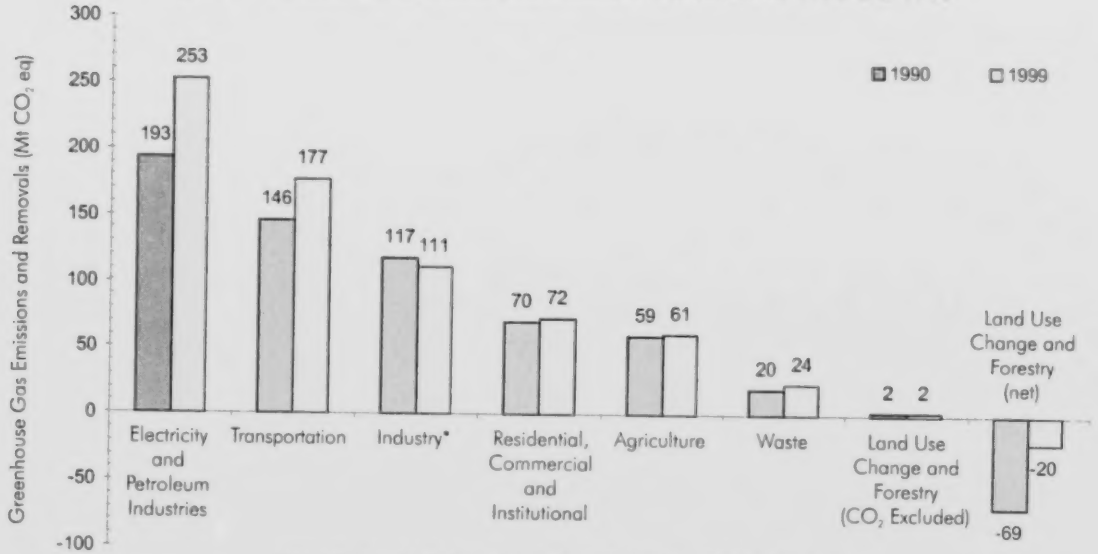
Electricity and Petroleum Industries: 1990-1999

The Electricity and Petroleum Industries Fact Sheet is comprised of two sectors: the Electricity Generation sector and the Petroleum Industry sector. The Petroleum sector includes both upstream (oil and gas exploration, production and transport) and downstream (refining of oil products and distribution of natural gas) petroleum emissions. The Electricity Generation sector consists of combustion emissions associated with electricity generation and steam production for commercial or public use.

- In 1999, Electricity and Petroleum Industries contributed 36% or 253 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq) of Canada's total greenhouse gas emissions of 699 Mt. Both petroleum and electricity production contributed almost equally to emissions (134 Mt and 119 Mt, respectively). On a sub-sector basis, upstream petroleum emissions accounted for the majority of the Petroleum Industry sector emissions (113 Mt, or 85% of the sector total), while downstream petroleum contributed 21 Mt in 1999.
- Between 1990 and 1999, emissions within the Electricity and Petroleum Industries grew by almost 33%, from 193 Mt to 253 Mt, surpassing the growth rate of total national emissions of 15%. On a sector basis, although electricity generation increased 19%, emissions in this sector grew 24%, due to an increased proportion of fossil fuel-generated electricity in the latter part of the decade. Although the Petroleum Industry sector emissions increased 38% over the period, on a sub-sector level upstream emissions rose 52% while downstream emissions decreased 9%. Upstream Industry emissions rose primarily as a result of increased production of oil and gas for export, whereas increased production efficiency in the refining of oil products contributed to the emissions decline in the Downstream Industry.

*Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

Figure 1 - Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada

Environment Canada / Environnement Canada

Table 1. Greenhouse Gas Emission Trends in the Electricity and Petroleum Industries Sector by Subcategory, 1990 to 1999

Sector	NAICS Code	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
(A) Electricity Generation[1]		95.3	96.7	103	93.8	96	101	99.7	111	124	119
(B) Upstream Petroleum Industry		74.1	75.4	82.9	86.3	90.9	97.4	100	97.1	103	113
Upstream Oil and Gas[2]	211113, 211114	62.9	63.4	68.3	71.2	75.1	80.2	82.3	79.3	85.2	95.1
Natural Gas Transmission	486, 2212	11.2	12.1	14.6	15.2	15.8	17.1	17.7	17.8	17.8	17.9
(C) Downstream Petroleum Industry		23.4	22.3	22.6	22.9	21.9	21.9	23.2	21.9	22	21.3
Petroleum Refining[3]	324	20.7	19.5	19.7	20.1	19	18.9	20.2	18.8	18.8	18.1
Natural Gas Distribution	2212	2.75	2.84	2.91	2.84	2.95	2.96	3.01	3.07	3.17	3.24
(B+C) Total Petroleum Industry		97.5	97.8	106	109	113	119	123	119	125	134

[1] Includes both utility and industrial generation and commercial steam generation.

[2] Includes combustion, process and fugitive emissions associated with conventional and unconventional production of oil and gas.

[3] Includes combustion and process emissions associated with the refining of crude oil.

Canada's Electricity and Petroleum Industries Sector

The Electricity and Petroleum Industries are comprised of two important energy sectors -the Electricity Generation sector and Petroleum Industries sector. The Petroleum Industries sector can be further subdivided into two categories: the Upstream Petroleum Industry and the Downstream Petroleum Industry.

Emissions from the Upstream Industry are those associated with oil and natural gas exploration, production and transmission, and include:

- *fugitive* emissions (see box) during exploration, production and transport. Responsible in 1999 for 43% of Upstream Industry emissions;
- process emissions from the extraction of hydrogen from natural gas (used in heavy oil upgrading). Responsible in 1999 for only 2% of Upstream Industry emissions; and
- combustion emissions from producer generated fuel for the exploration and extraction of oil and gas, the upgrading of oilsands, as well as the transport and distribution of natural gas (including compressor station fuel consumption). Responsible in 1999 for 55% of Upstream Industry emissions.

The Downstream Petroleum category includes the refining of oil products and the distribution of natural gas. Emission sources consist of:

- *fugitive* natural gas emissions from gas distribution. Responsible in 1999 for 15% of downstream emissions;
- process emissions from the extraction of hydrogen from natural gas used in upgrading processes. Responsible in 1999 for only 5% of Downstream Industry emissions; and
- combustion emissions during refining of the industry's produced petroleum products (such as

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

natural gas, diesel, and natural gas liquids) and purchased natural gas. Responsible in 1999 for 80% of downstream emissions.

The Electricity Generation sector includes greenhouse gas emissions from thermal generation in Canada, whether from a utility or from industry. Only a portion of Canada's generation is responsible for greenhouse gas emissions. In 1999, about 26% of the total 558 TWh generated were from greenhouse gas emitting thermal generation sources (coal, oil, natural gas and petroleum coke). The remainder was from non-emitting sources such as hydro and nuclear, with a minor portion from biomass and wind (Figure 2).

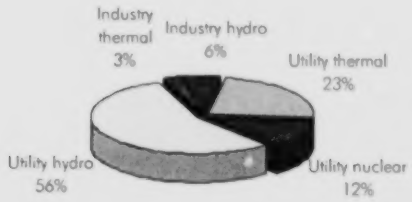
Electricity and Petroleum Industries Emission Trends: 1990 to 1999

Emissions within the Electricity and Petroleum Industries have grown significantly in the 1990 to 1999 period. While total Canadian emissions grew by 15%, the Electricity and Petroleum Industries sector grew by almost 31%, from 193 Mt to 253 Mt. Emission growth occurred mainly in the Upstream Petroleum Industry sub-sector and the Electricity Generation sector (Table 1).

Several factors can influence the growth or decline of emissions:

- changes in the demand for production of Canadian energy (e.g. emission increases due to increased exports of natural gas and crude oil);
- Changes in the emission or energy efficiency by which energy is produced, refined or transported (e.g. emission reductions due to reduction in fugitive natural gas emissions from pipelines);
- changes in the carbon intensity of the primary fuel used to generate, mine or transport the finished energy product (e.g. emission reductions due to increased electricity generation with hydroelectricity).

Figure 2. 1999 Electricity Generation Sources in Canada



The Petroleum Industries Sector

Emissions from the Upstream Industry have experienced high growth over the period. Since 1990, upstream petroleum emissions increased by over 50%; nearly 80% of these emissions are created in the extraction and product conditioning of crude oil, heavy oil sands and natural gas, through either combustion for mining/extraction or fugitive emissions at the source of production.

The growth of greenhouse gas emissions can therefore be directly attributed to increased production of oil and gas. Growth in oil and gas exports, primarily to the United States, contributed significantly to emissions growth between 1990 and 1999 (Figure 3). In this period, net oil exports grew by 296% to 955 PJ, while net exports of gas increased 137% to 3590 PJ (Table 2). As natural gas exports increased, so too did transmission networks, such that emissions increased by nearly 80% from pipeline compressors and other equipment, as well as fugitive emissions from leaks. The proportion of emissions from all oil and gas production and processing activities that is attributable to exports increased from 22 Mt in 1990 to 45 Mt in 1999. Overall, total energy exported increased 159% between 1990 and 1999, while emissions

Figure 3. Upstream Oil and Gas Indexed: Production, Exports and Greenhouse Gas Trends

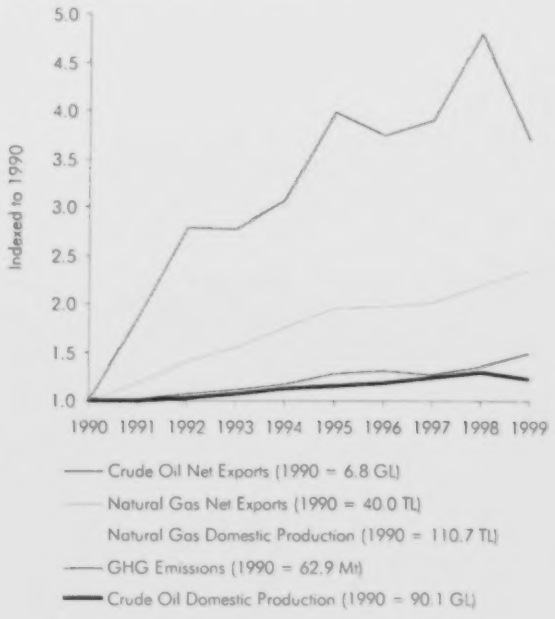


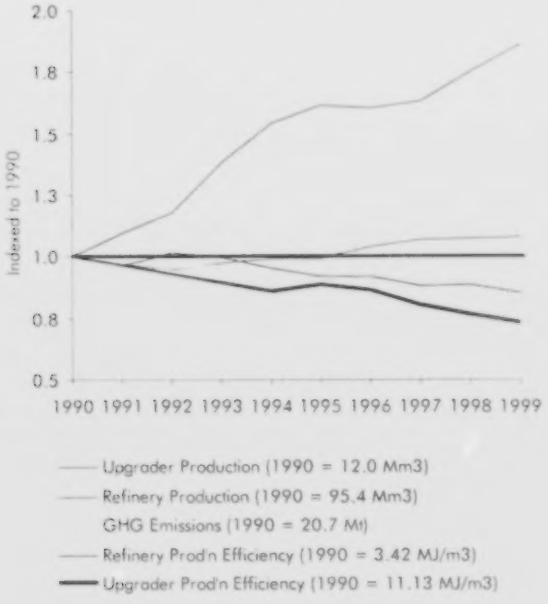
Table 2. Crude Oil and Natural Gas - Net Exports and Greenhouse Gas Emissions Trends, 1990 to 1999

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Net Export						PJ					
	Crude Oil	241	473	726	719	797	1,045	977	1,013	1,260	955
	Natural Gas	1,513	1,792	2,130	2,364	2,713	2,985	3,006	3,070	3,356	3,590
Emissions Associated with Exports						Mt CO_2 eq					
	Crude Oil	8.8	10.8	13.1	11.2	14.3	17.8	16.0	16.3	19.1	15.7
	Natural Gas	12.7	14.9	17.3	19.1	22.1	25.1	24.7	25.2	27.8	29.8
Total Upstream Petroleum Industry Emissions		74.1	75.4	82.9	86.3	90.9	97.4	100	97.1	103	113

associated with exports increased 111%.

As production increases, efficiency improvements are contributing to emissions reduction in the Upstream Industry. By 1997, oil sands produced 45% less emissions per unit production over 1990. On the other hand, offsetting efficiency improvements is a growing requirement for more energy per unit production, particularly for conventional crude, in Canada's ageing reserves. This is likely due to increased pumping for deeper deposits and disposing of increasing amounts of water (Athabasca, 2000). Unfortunately, data are not readily available to support detailed analysis of efficiency changes in the sub-sector.

Figure 4. Oil and Gas Refinery Indexes: Production, Efficiency and Greenhouse Gas Trends

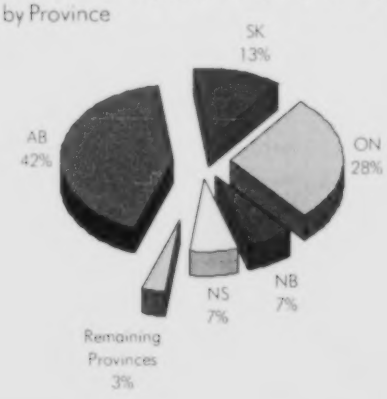


Emissions from the Downstream Industry show an opposite trend to that of emissions in the Upstream sector, having decreased 12% since 1990. These emission reductions occurred even though the sub-sector experienced increases in production. The majority of emissions in the sub-sector, about 85%, are due to the refining of crude to finished products while fugitive emissions from gas distribution contribute the remainder. Refinery production has increased by 7% over 1990 levels. The overall reduction in emissions can be attributed to the increasing production efficiency in refining. The energy requirements per unit of output dropped dramatically (25%) over the 1990 to 1999 period (CIEEDAC, 2000) (Figure 4).

Electricity Generation Sector

Regionally in Canada, five provinces (Alberta, Ontario, Saskatchewan, New Brunswick and Nova Scotia) together contribute nearly all of the electricity generation emissions, largely because of their reliance on coal or other fossil fuels (Figure 5). Of these, Ontario and Alberta contributed 70% in 1999. On the other hand, Ontario only generated 27% and Alberta 10% of total Canadian electricity in that year.

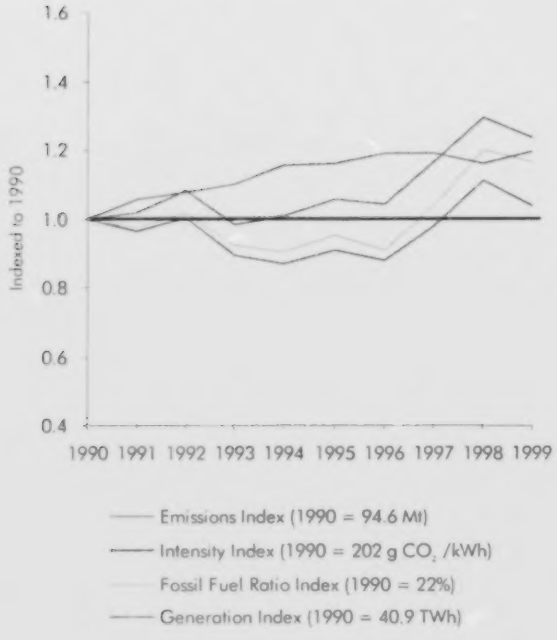
Figure 5. 1999 Electricity Generation Greenhouse Gas Emissions by Province



Emission trends for electricity generation have been generally upward since 1990. The growth of emissions is influenced by the growth in electricity demand and hence generation. By 1999, electricity generation from all sources had grown 19%. At the same time greenhouse gas emissions were 24% higher. The widening gap between growth in emissions and generation may be explained by the growing *"emission intensity"* of Canadian generation sources. This intensity, or the mass of CO_2 eq./kWh generated, is dependant on the proportion of fossil fuel-generated electricity in the overall total mix. As fossil fuels play a proportionally larger role in generating power, greenhouse gas emissions tend to rise proportionally, as well. For example, in 1999 fossil fuels contributed about 16% more to the total generation mix than they did in 1990. As a result, the greenhouse gas intensity was about 4% higher. Over the period changes in total emissions, in emission intensity and in the proportion of fossil fuel generation to the total (or the fossil fuel ratio) tend to mirror each other (Figure 6).

As discussed earlier two provinces, Alberta and Ontario, contributed the majority of emissions (70%) in 1999 because of their relatively large generation capacities and high proportions of fossil fuel generation. Because of their influence on Canada-wide emission intensity trends, it is instructive to take a detailed look at these provinces.

Figure 6. Indices of Canadian Electricity Generation Trends: Generation, Greenhouse Gas Emissions and Intensity, 1990 to 1999



Ontario

Ontario's utility generation capacity is made up of hydroelectric, nuclear, coal, oil and gas. In 1990 non-greenhouse gas emitting generation contributed 78% of the electric energy. Until 1996 this portion grew larger as nuclear and hydro contributed a greater share. In the mid 1990s, nuclear facilities suffered reduced capacity for maintenance purposes; as a result, these losses were made up for by unused fossil-fuel thermal capacity.

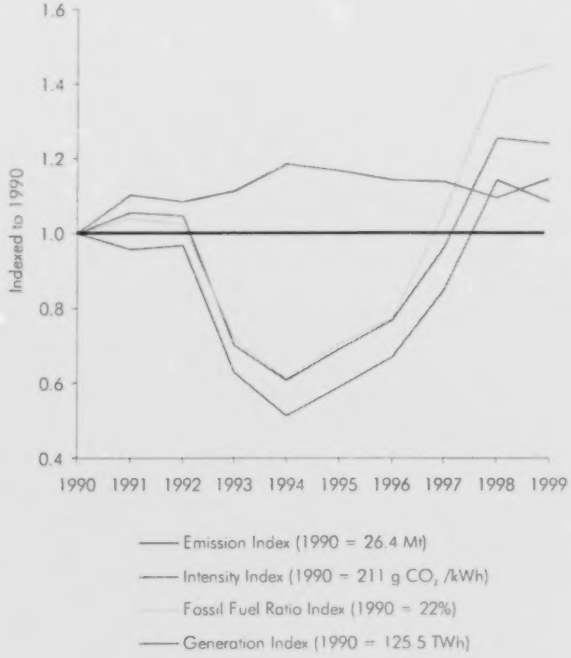
The trend over this period is clear. Generation output grew to the middle 1990s and then leveled off with recession. Changes to emissions and emission intensity followed closely the proportion of fossil fuel generation (Figure 7).

Alberta

Alberta's utility generation capacity is comprised of primarily fossil fuel generation: coal and natural gas. Together these fuels produced about 95% of all electricity in the province over the last decade. From 1994 natural gas began replacing coal, such that this fuel's share of generation was reduced from 88% to 83%.

There are clear trends over the 1990 to 1999 period. Total

Figure 7. Ontario Electricity Trends: Generation, Greenhouse Gas Emissions and Intensity, 1990 to 1999



generation increased by about 25% and, because of the dependence on fossil fuel generation, total emissions followed in parallel. As natural gas replaced a portion of coal, emission intensities were lowered in the latter part of the decade (Figure 8).

References

Athabasca Oil Sands Developers, *Progress in Canada's Oil Sands*, p.12, 2000; as reported in VCR, *Annual Report 2000*, Canada's Climate Change Voluntary Challenge and Registry Inc., Ottawa.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption in Canadian Refineries and Upgraders: 1990, 1994 to 1999*, Simon Fraser University, October 2000.

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Statistics Canada, *Crude Petroleum and Natural Gas Production*, 1990-1999, Catalogue #26-006.

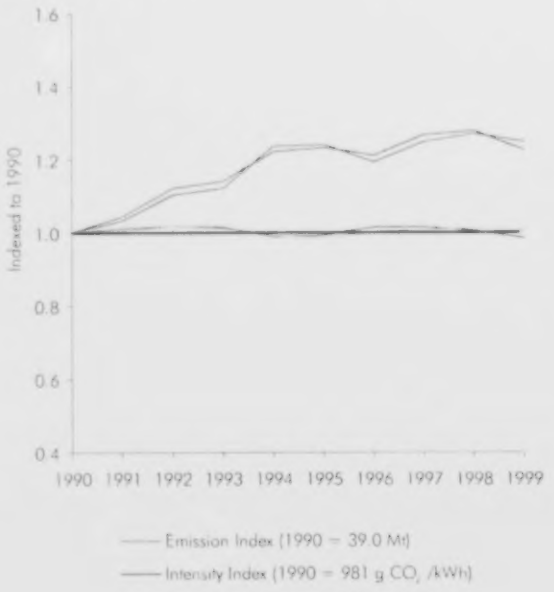
Statistics Canada, *Quarterly Report on Energy-Supply Demand in Canada* (QRESD), Catalogue #57-003.

Fugitive Emissions

Fugitive emissions from upstream Oil and Gas Industries are generally methane (except for the stripping of carbon dioxide in the processing of natural gas) and occur from the following sources:

- natural gas production and processing (including raw CO_2 releases, surface casing vent blows and gas migration);
- natural gas transmission;
- conventional oil production;
- heavy oil production;
- natural gas flaring; and
- other fugitive sources (including oil sands activity, crude bitumen production, liquid product transport, heavy oil upgrading, oil and gas well drilling and servicing, accidents and equipment failures).

Figure 8. Alberta Electricity Trends: Generation, Emissions and Intensities, 1990 to 1999



Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

CAT: En40-238/2E-IN; ISBN: 0-662-31390-9

2002 January

Canada's Greenhouse Gas Inventory

GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division

FACTSHEET 3

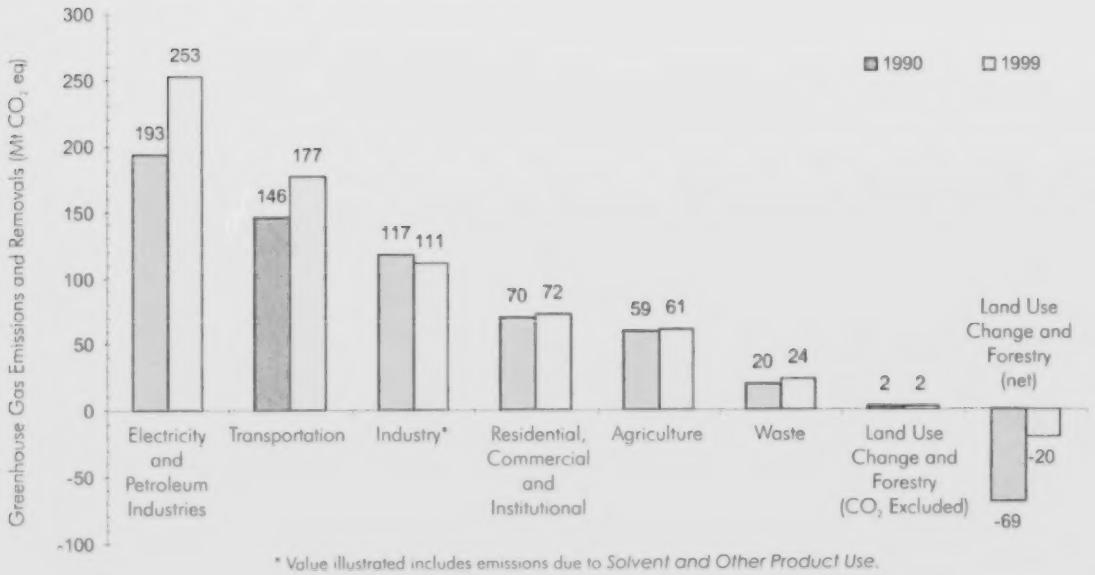
Transportation: 1990-1999

The Transportation sector includes estimates of all human induced greenhouse gases (GHG) resulting from the consumption of fossil fuels to move passengers, freight and bulk commodities throughout Canada. This category may be broken into five distinct sub-categories: on-road, air, marine, rail, and off-road. Emissions of carbon dioxide (CO_2) dominate this sector, although combustion processes also generate nitrous oxide (N_2O) and methane (CH_4) (Figure 2).

- In 1999, the Transportation sector accounted for 176.6 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq) of greenhouse gases. This sector represents one of the largest sources of emissions, and was responsible for 25% of Canada's total emissions of 699 Mt.
- Between 1990 and 1999, this sector contributed 33% of Canada's emissions growth of 91.4 Mt from 1990 to 1999. In 1990, Transportation is estimated to have emitted 146.0 Mt; in 1999, this had risen 21%. Almost all of the growth in emissions since 1990 can be attributed to 3 sub-sectors. Light-Duty Gasoline Trucks (LDGT), the category including Sport Utility Vehicles (SUVs) and Minivans, contributed 42% or 13.0 Mt of this sector's growth, Heavy-duty Diesel Vehicles (HDDV) contributed 40% or 12.3 Mt and Off-Road Diesel Vehicles were responsible for 15% or 4.4 Mt of the overall sectoral growth.

**Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.*

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada

Environment Canada / Environnement Canada

Table 1. Canadian Vehicular Transportation Emission Trends by Sector, 1990 and 1999

Vehicular Transportation Total	GHG Emissions (Mt)		Change 1990-1999		Contribution to 1999 Total	Contribution to 1990-1999 Growth	Functional Subcategories			
	1990	1999	(Mt)	(%)			On-Road	Off-Road	Passenger	Freight
Light-Duty Gas Vehicles (cars)	53.7	50.0	-3.7	-6.9%	28%	-12%	*		*	
Light-Duty Gas Trucks	21.7	34.7	13.0	59.6%	20%	42%	*		*	
Heavy-Duty Gas Vehicles	3.1	5.9	2.7	87.6%	3%	9%	*			*
Motorcycles	0.2	0.2	0.0	2.9%	0%	0%	*		*	
Off-Road Gas Vehicles	5.0	5.4	0.4	8.7%	3%	1%		*		*
Light-Duty Diesel Vehicles (cars)	0.7	0.6	-0.1	-14.3%	0%	0%	*		*	
Light-Duty Diesel Trucks	0.6	0.4	-0.2	-31.9%	0%	-1%	*			*
Heavy-Duty Diesel Trucks	24.6	36.9	12.3	50.2%	21%	40%	*			*
Off-Road Diesel Vehicles	11.3	15.7	4.4	39.4%	9%	15%		*		*
Propane and Natural Gas Vehicles	2.2	1.5	-0.7	-31.4%	1%	-2%	*		*	
Domestic Air	10.7	13.6	2.9	26.8%	8%	9%			81%	19%
Domestic Marine	5.0	5.2	0.1	2.2%	3%	0%			0%	100%
Rail	7.1	6.5	-0.6	-8.5%	4%	-2%			30%	70%
Vehicles SubTotal	146.0	176.6	30.6	21.0%	100%	100%				

Canada's Transportation Sector

In Canada, transportation activities involve over 17 million On-road vehicles alone. This sector also includes the largest of sea going vessels to the smallest gas powered lawn trimmer. It includes a variety of vehicle types, using various fuels with properties that constantly change depending on the season, geographic location or specific vehicle configuration. Furthermore, individual vehicles operating under different conditions greatly affect the rate at which they generate emissions. As a consequence, developing estimates of greenhouse gas emissions within this diverse sector is complicated at best. Methods rely on a combination of practices incorporating internationally accepted estimation protocols and measured emission data derived from emission testing undertaken in the United States and Canada. A complete description of the methods and principles used to generate the estimates are described elsewhere (Environment Canada, 2001).

Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) guidelines and the international reporting protocol, Pipeline emissions are reported within the Transportation sector (IPCC, 1997). These emissions are typically compressor emissions and fugitive leaks resulting from the bulk transport of fuels in oil and/or natural gas pipelines.

Pipeline emissions are the only non-vehicular transport mode and for the purposes of this Fact Sheet Series, these emissions and their trends are reported within the Oil and Gas industry (see *Fact Sheet #2 - Electricity and Petroleum Industries: 1990-1999*).

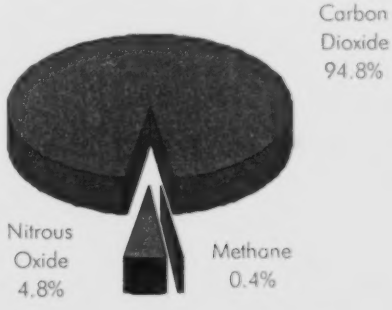
The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

Figure 2. Contribution by Gas to Total Transportation Greenhouse Gas Emissions in 1999



General Trends

Vehicular Transportation emissions, henceforth referred to collectively as Transportation, increased 21.0% from 146.0 to 176.6 Mt over the period 1990-1999. Of the 30.6 Mt increase in emissions, 10.9 Mt can be attributed to passenger use, while 19.7 Mt may be attributed to freight purposes.

In order to distinguish trends in the use of vehicles as well as by type of vehicle, the following trend analysis has been undertaken and presented by both Form and Function. That is, what are the trends when observed according to the different types of transport vehicles - described by their Form, and what are the trends when we consider how we use these vehicles distinguished by their Function for either passenger or freight purposes. Furthermore, most transport modes include a component of passenger and freight but for the purposes of the trend evaluations, Marine and Off-Road are assumed to be predominantly non-passenger and, therefore, their emissions are allocated to Freight.

Trends in Transportation Emissions by Vehicle Type (Form)

In Canada, Transportation can be divided into 5 distinct sub-sectors:

- Domestic Air (80% Passenger);
- Rail (3% Passenger);
- Domestic Marine (0% Passenger);
- Off-Road (0% Passenger); and
- On-Road (67% Passenger).

Domestic Air

Air transport in Canada includes both domestic and international flights. For accounting purposes, only those fuels sold to Canadian registered carriers in Canada are reported within the inventory. This principle complies with the established international guidelines governing bunker fuels.

Emissions associated with Domestic Air increased 26.8% while through the same period their total activity, measured in total tonne-kilometres shipped, increased 47% and contributed to a 14% reduction in GHG intensity.

Marine Transport

Canada has 59,509 km of coastline (excluding island coastlines) plus the St. Lawrence Seaway, which is one of the world's largest inland waterways stretching 3,700 km from the Gulf of St. Lawrence to the western end of Lake Superior.

Rail

Rail transport boasts the lowest GHG intensity of all the freight modes. Total emissions actually declined 8.5% since 1990 while their annual shipping activity increased almost 20% over the same period, further reducing their GHG shipping intensity by 23.5%.

Domestic Marine

Marine Transport, like Air, has a substantial international component and similarly only the emissions resulting from fuel sold in Canada to Canadian registered vessels are considered here.

Although this sector's emissions have fluctuated over the period, overall emissions rose by only 2.2% from 1990 to 1999. Their activity, however, based on tonne-kilometres shipped, shows a reduction of almost 26%. While the GHG intensity associated with Domestic Marine is second only to that of Rail, these diverging factors illustrate an increase in GHG shipping intensity of 37%.

Off-Road

This sector, sometimes referred to as "Non-Road", includes the use of heavy mobile equipment in the construction, mining, and logging sectors, recreational vehicles such as snowmobiles, and lawn and garden devices including lawnmowers and trimmers. The estimates are calculated using data on volumes of fuel sold that are reported as being exclusive of road tax.

In 1999, the Off-Road sector contributed an estimated 21.2 Mt or 3.0% of the national total, up from 16.3 Mt in 1990. Although this sector includes both gasoline powered equipment (snowmobiles, all-terrain vehicles, etc.) and diesel powered equipment (excavating, construction, generator sets, etc.), 91% of the period's growth resulted from the 39.4% increase in the diesel component (11.3 to 15.7 Mt). Emissions from Off-Road Gasoline sources rose 8.7% from 5.0 to 5.5 Mt.

Vehicle Populations

Canada has more automobiles per capita than any other country in the world except the USA, with at least one vehicle for every two Canadians.

On-Road

With greenhouse gas emissions of about 130 Mt in 1999, this category contributed 18.6% of Canada's total emissions and 73% of the total emissions from transportation.

For the purposes of calculating estimates, the entire On-Road component is divided into 8 categories:

- Light-Duty Gasoline Vehicles (LDGV);
- Light-Duty Diesel Vehicles (LDDV);
- Light-Duty Gasoline Trucks (LDGT);
- Light-Duty Diesel Trucks (LDDT);
- Heavy-duty Gasoline Vehicles (HDGV);
- Heavy-duty Diesel Vehicles (HDDV);
- Motorcycles (MC); and
- Alternative Fueled Vehicle (Alt Fuel).

Factors influencing the quantity of greenhouse gases produced and emitted are mainly dependent upon:

- vehicle population;
- vehicle kilometres traveled (Vkmt);
- fuel consumption ratio (FCR), and
- emission control technology.

Since 1990, each of the 8 sub-categories has experienced changes in the above factors; yet these factors, sometimes moving in opposite directions for different vehicle sub-categories, indicate shifts in preference and utility for the Canadian vehicle operator (Table 2).

From 1990-1999, Gross Domestic Product (GDP) and population grew 24% and 10%, respectively, while the total number of vehicles increased 12%. Most of the increase has occurred in the light-duty gasoline and the heavy-duty gasoline and diesel truck categories, which have shown individual growth rates over the period of 55%, 68%, and 114%, respectively. Evidence of a shift towards bigger, less efficient vehicles is indicated when one considers that the number of light-duty gasoline vehicles has declined 4.3% and the number of light-duty diesel vehicles has decreased 21%. One contributing factor is likely to be the almost steady decline in the price of fuel over the period 1990 to 1999 (Figure 3).

With the exception of LDDT and HDDV, which both show vehicle-kilometres-traveled declines of about 30% since 1990, vehicle kilometres traveled in all other categories show growth of about 8-12% from 1990 to 1999.

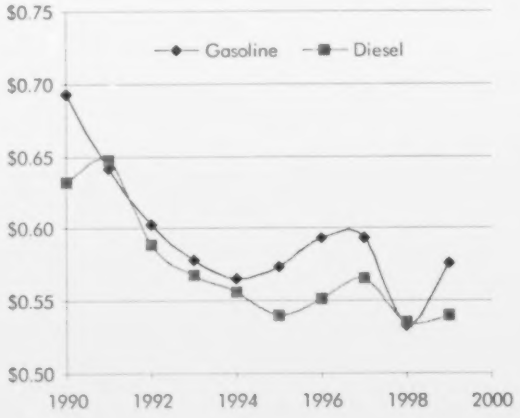
Over 90% of Canada's vehicles have benefited from improved efficiencies over the ten-year period. Since the 1990 model year, new LDGVs have become 11% more fuel-efficient while new LDGTs improved 8%.

Improvements in the emission control technology incorporated into new vehicles have been less progressive through the 1990's. The largest gains in emission reductions through technological improvements occurred in the 1980's when computer control, electronic fuel injection and new generation catalytic converters were introduced. As these technologies penetrate the market place, and as older vehicles are retired and replaced with vehicles incorporating more advanced emission and engine control devices, the benefits of these advances are realized.

Table 2. Factors Affecting Trends in Emissions, 1990 - 1999

	Vehicle Population	FCR	Vehicle km Travelled	Combined Effect	Change Since 1990 Mt	%
LDGV	-4%	-11%	9%	-8%	-3,710	-7%
LDGT	55%	-8%	10%	57%	12,952	60%
HDGV	68%	0%	12%	87%	2,747	88%
MC	-5%	0%	8%	2%	7	3%
LDDV	-21%	0%	9%	-15%	-96	-14%
LDDT	-2%	0%	-31%	-32%	-188	-32%
HDDV	114%	0%	-30%	50%	12,327	50%

Figure 3. Trends in Canadian Fuel Prices (1999$)



Trends in Transportation Emissions by Vehicle Use (Function)

Passenger Transportation

This functional category encompasses those greenhouse gas emissions from mobile sources primarily used for the movement of people. In 1999, 98.1 Mt or 56% of total vehicular emissions were allocated to this category, a rise of 87.2 Mt or 60% of the same total in 1990. On a national basis, over 14% of Canada's total emissions are allocated here with 97% coming from LDGV, LDGT and the passenger portion of Domestic Air travel (50.9%, 35.3% and 11.2%, respectively).

While emissions from the passenger portion of Domestic Air travel increased 29.1% and those from LDGV have actually decreased 6.9%, the overall trend has been heavily influenced by an almost 60% increase in emissions from LDGT, the class of vehicle that includes Sport Utility Vehicles (SUVs) and Mini-Vans.

Freight Transportation

In 1999, the collection of sub-categories representing freight and bulk transport contributed 78.4 Mt or 11% of Canada's total greenhouse gas emissions, an increase of 33.5% over the 1990 value of 58.7 Mt. Growth in these transport emissions is significantly higher than population growth over the same period and can be primarily attributed to increased use of three types of vehicles:

- Heavy-Duty Diesel Vehicles - responsible for 70% of the total increase;
- Heavy-Duty Gasoline Vehicle - responsible for 15% of the total increase; and
- Off-Road Vehicles - responsible for 14% of the total eight-year increase.

Other modes of freight transport include Domestic Marine, and the freight portions of Domestic Air and Rail emissions. These are distinguished from their total emissions by considering data indicating their different fuel allocations to passenger versus freight lines in the case of Rail, and passenger tonne-km versus freight tonne-km, as reported by Canada's main air carriers. In comparison, LDDTs accounted for only 1% of freight emissions in 1999.

Trucking: Heavy-duty Diesel and Gas Vehicles

Some of the growth in greenhouse gas emissions can be directly related to the growth of heavy-duty diesel and gasoline trucking primarily used for shipping freight. Difficulties arise, however, in obtaining accurate and complete data for this transport mode. Firstly, fuel consumption data, although primarily for freight, is mixed with several other uses (e.g. buses and emergency vehicles). Secondly, complete data are not available for freight shipments (often expressed in tonne-km) within the sector. Regardless, the trends in data from major for-hire truck haulers in Canada show conclusively that freight hauling by truck has increased substantially and that this activity is the primary activity attributed to Heavy-duty Gasoline and Diesel Vehicles.

The reported tonne-km of for-hire domestic and trans-border freight shipments by truck in Canada show significant growth from 1990 to 1999. Combined emissions from HDDVs and HDGVs increased steadily since 1992 in parallel with the reported domestic growth in trucking tonne-km. The rate of shipping growth has outpaced that of the emissions by almost 2:1, further reducing the industry GHG intensity by over 27%. Again, there is no indication of the value of the goods shipped and subsequently a trend in GHG/GDP intensity.

Railways

Railways are heavily dependent on delivering bulk shipments of coal, potash, wheat, and lumber. As a result, fluctuating supply or demand for these products in particular affects railway freight activity and emissions. Year-to-year total activity and therefore emissions depend on foreign markets and Canadian crop harvests, in particular. Statistics Canada's report entitled *Rail in Canada* indicates 3% of the total fuel consumption was for VIA Rail, a passenger only service. As such, it was therefore assumed that freight contributed the remaining 97% of total Rail emissions.

In 1999, Rail was responsible for just below 8% of Canada's freight transport greenhouse gas emissions. Between 1990 and 1999, railways shipped almost 20% more freight while using less fuel and producing 8.5% fewer emissions.

Table 3. Trends in Shipping/Freight-Related GHG Intensity

			Change Since 1990	
	1990	1999	Absolute	Relative
Rail				
GHG Emissions[1]	6.9	6.3	-0.6	-8.5%
Activity[2]	248.4	297.2	48.9	19.7%
GHG Intensity[3]	27.8	21.2	-6.5	-23.5%
Air				
GHG Emissions[1]	2.2	2.6	0.4	17.8%
Activity[2]	1.7	2.4	0.6	36.4%
GHG Intensity[3]	1274.9	1101.0	-174.0	-13.6%
Trucking				
GHG Emissions[1]	27.7	42.8	15.1	54.4%
Activity[2]	74.7	158.4	83.7	112.0%
GHG Intensity[3]	370.4	269.9	-100.6	-27.1%
Marine				
GHG Emissions[1]	5.0	5.2	0.1	2.2%
Activity[2]	53.4	39.6	-13.8	-25.8%
GHG Intensity[3]	94.6	130.3	35.7	37.7%

[1] Mt CO_2 eq

[2] Tonne Kilometre shipped (Billions)

[3] grams CO_2 eq per tonne-kilometre shipped

Air

Transport by air moves a significant and growing percentage of freight traffic. Canadian air carriers report a 50% and 36% increase in passenger and freight related tonne-kilometres, respectively, contributing to an overall 47% increase in shipments while only generating an estimated 27% more emissions. Although air shipping of freight is the least efficient way to go with respect to GHG intensity, the trend illustrated is positive.

Also, while the passenger and freight activity levels increased over the period by varying rates, they remained in similar proportions; that is, of the total annual tonne-km reported by major Canadian air carriers since 1990, 20%

is allocated to the transport of goods and 80% to that of passengers.

Marine

The emissions associated with domestic marine use of fuel in 1999 represented almost 7% of freight related greenhouse gas emissions. Since 1990, emissions have risen only 2.2% indicating low overall growth in marine shipments.

Data indicate that domestic shipping decreased 20% between 1990 and 1998 (measured in tonnes loaded and unloaded between Canadian ports), while international shipping increased 24%.

Glossary

Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) The maximum allowable weight of a fully loaded vehicle, including liquids, passengers, cargo, and the tongue weight of any towed vehicle. This value is defined by the manufacturer and is based on vehicle design.

Heavy-Duty Vehicles Any vehicle rated at more than 3900 kg GVWR or designed to carry more than 12 persons at a time. Typical icons in this category include tractor-trailers, city and highway buses and utility vehicles such as ambulances and fire trucks but also includes Light-Duty Trucks with GVRWs greater than 3900 kg (such as some heavier full size pick-up trucks and work vans).

Light-Duty Trucks This category includes pick-up trucks, mini-vans and SUVs with a GVWR of 3900 kg or less which are designated primarily for transportation of light-weight cargo or that are equipped with special features such as four-wheel drive for off-road operation. It includes both LDGT and LDDT.

Light-Duty Vehicles This category contains what we would commonly refer to as "cars" and includes LDGV, LDDV and alternatively fuelled vehicles used primarily for passenger transport.

Tonne-Kilometre An expression of weight (mass) multiplied by distance from origin to destination for each freight shipment. This is the standard output metric for the shipping industry.

References

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods* April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Statistics Canada. *Annual Demographic Statistics*, 2000, Catalogue #91-213.

Statistics Canada, *Canadian Civil Aviation*, 1990-1999, Catalogue #51-206-XIB.

Statistics Canada, CANSIM 9028.

Statistics Canada, *Rail in Canada*, 1990-1999, Catalogue #52-216-XIB.

Statistics Canada, *The Consumer Price Index*, Catalogue #62-001-XIB.

Statistics Canada, *Trucking in Canada*, 1990-1999, Catalogue #53-222-XIB.

Kochar, J., Transport Canada, Personal communication "Domestic Marine Shipping Activity", August 2001.

Fuel Prices - MJ Ervin & Associates, Calgary, Alberta.

Text Box Information:

http://www.communication.gc.ca/factsdrank_e.html

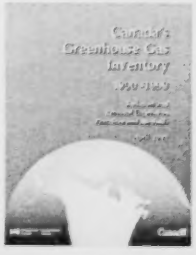
Road Transport

There are more than 900,000 km of roads and highways in Canada, and the national highway system is over 25,000 km in length. Canada also boasts the longest highway in the world - the Trans-Canada Highway - and one of the busiest sections of highway in the world - Highway 401 through the Greater Toronto Area - rivaled only by Interstate 5 in California.

Also available in this series:

Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French



Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks.

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/english/ehome.html

CAT: En40-238/3E-IN; ISBN: 0-662-31391-7

2002 January

Canada's Greenhouse Gas Inventory

GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division

FACTSHEET 4

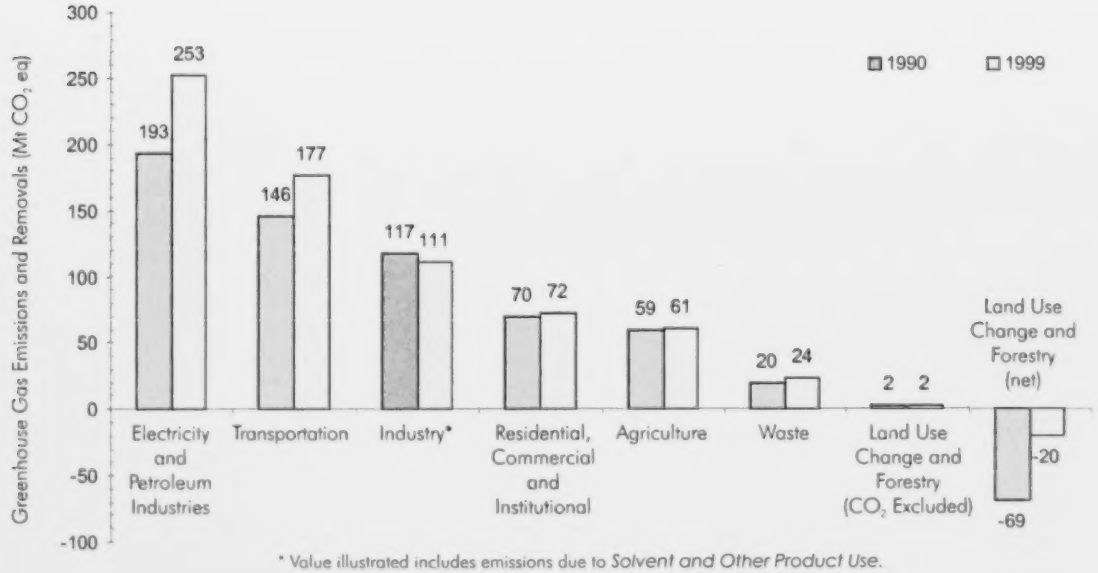
Industry: 1990-1999

This sector encompasses a diverse array of industries - from steel, auto, and electronic manufacturing to pharmaceutical, fertilizers, pulp and paper and food production. Emissions from the various manufacturing industries result from fossil fuel combustion for thermal heat loads and energy supply, from industrial processes in which greenhouse gases are emitted as a direct by-product of those processes, and from the fugitive release of methane during the mining of coal.

- In 1999, this sector contributed 109 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt of CO_2 eq) of greenhouse gases, representing 16% of Canada's total emissions (699 Mt) in 1999. Combustion emissions accounted for 57% of the sector's emissions while process emissions contributed 42%. Fugitive emissions of methane from coal mining were a minor component (1%) of total sector emissions in 1999. Key sub-sectors include the Other Manufacturing and Industrial Chemicals Industries, which comprised 41% (45 Mt) of the total emissions in the sector, while Smelting and Refining Industries and Primary and Other Steel Industries combined accounted for a further 29% of sector emissions.
- Between 1990 and 1999, Industry's emissions decreased 6% and this sector's contribution to Canada's total greenhouse gas emissions declined from 19% to 16%. The majority of the emissions reduction in this sector is due to a 5 Mt reduction in process emissions, partially from improvements in adipic acid production in the latter part of the decade. Combustion emissions decreased from 64 Mt to 62 Mt, while fugitive emissions declined by half (from 2 Mt to 1 Mt). Overall, the sector has decreased its emissions despite an increase for most sub-sector industries in production and GDP. Reductions in process emissions, as well as lowered emission intensities through increased energy efficiency and fuel switching, are considered to be the main factors in the decline of emissions in this sector.

Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada

Environment Canada Environnement Canada

Canada's Industrial Sector

Greenhouse gas emissions in the Industrial sector result from fossil fuel combustion, industrial processes, as well as fugitive release. Combustion emissions consist of carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O) created during the burning of fossil fuels for thermal heat loads. The sector uses natural gas, coal, refined petroleum products (RPP), natural gas liquids (NGL) and coke with coke oven gas, all of which contribute to emissions (Figure 2). Electricity is a major energy source, but for accounting purposes is not considered a source of emissions within this sector. Natural gas and electricity are the main energy sources, contributing 41 and 39%, respectively, of energy used in 1999.

Process emissions are due to non-combustive chemical reactions and processes that release carbon dioxide, nitrous oxide, sulphur hexafluoride (SF_6), and perfluorocarbons (PFCs). Fugitive emissions consist of methane releases from coal mining, a minor contributor to greenhouse gas emissions in this sector.

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

GHG Emissions from Electricity Generation in Canada

For accounting purposes throughout the CGHGI, electricity is considered a source of emissions only at the generation source. Consequently, emissions from electricity consumption within the Industry sector are accounted for in Fact Sheet #2 - Electricity and Petroleum Industries: 1990-1999.

The Industry sector is comprised of eight sub-sectors:

1. *Mining*: includes all combustion and fugitive emissions of mining activity except heavy oil mining (this is included in *Fact Sheet #2 - Electricity and Petroleum Industries: 1990-1999*);

2. *Smelting and Refining Industries*: is comprised of process emissions from aluminium and magnesium production, as well as fuel combustion emissions;

3. *Pulp and Paper and Sawmills*: consists of combustion emissions due to energy consumption in pulp and paper facilities and sawmills;

4. *Primary and Other Steel Industries*: includes process emissions, primarily from the use of coke in reducing iron, and combustion emissions for ferrous metal industry production;

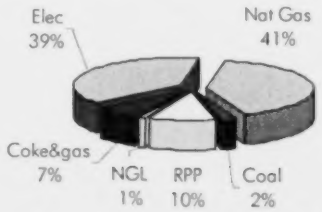
5. *Cement*: is comprised of fuel combustion emissions, as well as process emissions from the release of carbon dioxide during clinker production;

6. *Industrial Chemical Industries*: includes process emissions from the production of chemicals and combustion emissions;

7. *Other Manufacturing*: consists of emissions from all other manufacturing not listed above (for example, lime, limestone, lubricating oil, grease, food, etc.); and

8. *Other Industries*: consists of stationary fuel combustion emissions from construction, forestry and agriculture.

Figure 2. Industry Energy Consumption for 1999



Industry Emission Trends: 1990 to 1999

In the 1990 to 1999 period, sector emissions declined 6% from 117 Mt to 109 Mt. Table 1 provides the total sector emissions by contributions from fuel combustion, process and fugitive sources. As is evident from the table, due to the many industries within the Industry sector, a variety of sub-sector trends contribute to the overall emissions reduction.

Since 1990, process emissions decreased from 51 Mt to 46 Mt, while fuel combustion emissions declined slightly from 64 Mt to 62 Mt. Most significant to the reduction has been the addition of emission mitigation technology in adipic acid production that reduced process emissions by 9 Mt over three years.

The only fugitive emissions are from coal mining, which are a minor contributor to sector totals. Between 1990 and 1999, fugitive emissions decreased from 2 Mt to 1 Mt.

Sector trends in greenhouse gas emissions result from changes in:

- production output within the industry;
- combustion fuels for the same process (e.g. switching to less greenhouse gas (GHG) intensive fuels);
- production processes and process efficiency (e.g. using fuel more efficiently or producing fewer process emissions); and
- fugitive emissions (e.g. the capture of methane releases in coal mines).

Overall, the sector has seen a decrease in emissions despite an increase for most sub-sector industries in production and Gross Domestic Product (GDP) output. The decrease has been the result not only of process emission reductions but also the lowering of emission intensities through fuel switching to less GHG intensive fuels and energy efficiency measures. The precise contributions to changing emissions of fuel switching and efficiency factors are difficult to identify because of the complex and multilayered use of energy in the Industry sector. Fuel use trends, however, indicate increasing use of less GHG intensive fuels and movement away from or unchanged use of more GHG intensive fuels.

Sub-Sector Emission Trends

Greenhouse gas emission trends within the Industry sub-sectors are influenced by changes within key industries in the sub-sector. Table 2 provides the 1990 to 1999 trends for eight sub-sectors. Only the Industrial Chemical Industries category exhibited a significant decline in overall emissions, but there are no large sub-sector increases.

While large absolute emission changes are not immediately evident, there have been changes within specific industry categories. These emission trends are discussed below on a sub-sector and industry category basis. To link emission trends to industry performance, production trends have been tracked based on physical output. When production data are not available, GDP output data are used, although this is a less certain means of tracking performance*.

* Industrial GDP output can be misleading as a trend indicator because of fluctuations in industry sub-sector commodity prices not accounted for by the consumer price index adjustments.

Mining

Overall, the mining industry emitted 7% more greenhouse gas emissions in 1999 than in 1990, of which 85% of those emissions were due to the combustion of fossil fuels. Combustion emissions increased 25% and total energy use rose 26% over the period; however, no dramatic trends in fuel switching have been observed. In addition, fugitive

Table 1. Greenhouse Gas Emissions in the Industry Sector by Contribution Type, 1990 and 1999

Greenhouse Gas Emissions (Mt CO_2 eq)	Fuel Combustion		Industrial Process		Fugitive	
	1990	1999	1990	1999	1990	1999
Mining	5.0	6.3			1.9	1.1
Smelting and Refining Industries	3.2	3.4	12.9	12.4		
Pulp and Paper and Sawmills	13.5	11.0				
Primary and Other Steel Industries	6.5	7.2	7.6	8.5		
Cement	3.7	4.0	5.9	6.3		
Industrial Chemical Industries	7.1	8.5	20.6	13.8		
Other Manufacturing	20.5	17.6	4.1	5.2		
Other Industries	4.3	3.9				
TOTAL Industry Sector	63.7	61.9	51.1	46.3	1.9	1.1

Table 2. Industry Emissions by Sub-Sector, 1990 to 1999

Sector (NAICS Code)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt CO_2 equivalent									
Mining (212)	6.9	5.9	5.4	8.0	8.0	7.7	9.0	9.3	7.9	7.3
Smelting and Refining Industries (3313, 3314 & 33152)	16.1	16.2	15.6	16.3	16.9	15.5	15.4	14.8	15.3	15.9
Pulp and Paper and Sawmills (322)	13.5	12.8	12.1	12.0	11.8	11.5	12.0	11.8	11.0	11.0
Primary & Other Steel Industries (3311, 3312 & 33151)	14.1	15.4	15.8	15.4	15.6	15.5	15.6	15.4	15.3	15.7
Cement (32721)	9.5	7.9	7.5	7.9	8.9	9.1	9.4	9.5	9.7	10.3
Industrial Chemical Industries (3251 & 3253)	27.7	28.0	27.9	27.4	30.6	30.5	31.9	30.8	25.5	22.3
Other Manufacturing (all others not included elsewhere)	24.6	23.7	23.3	21.6	22.2	24.0	24.9	25.7	24.2	22.8
Other Industries (23, 111-114 & 1151-1153)	4.3	4.4	5.0	4.4	4.0	4.0	4.2	4.2	3.7	3.9
Total Mining and Manufacturing Industries	117	114	113	113	118	118	122	121	113	109

emissions of methane from underground coal mines dropped by over 50% because of production cutbacks.

Smelting and Refining Industries

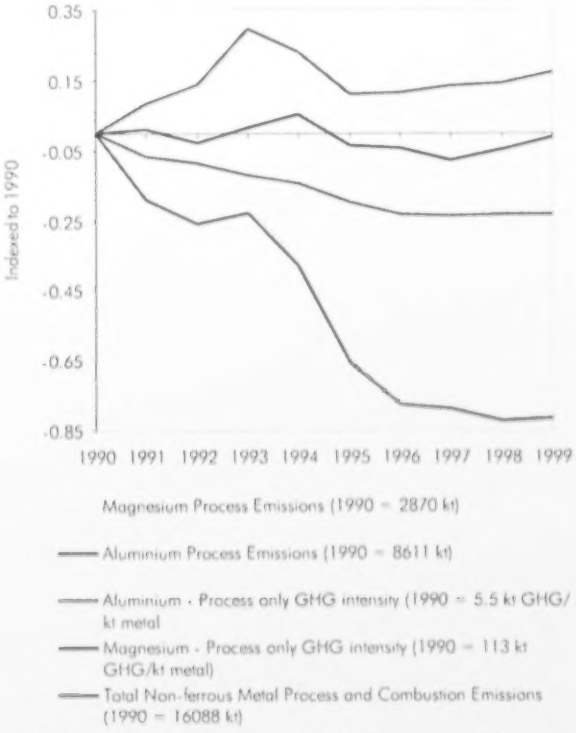
Emissions from the Smelting and Refining Industries sub-sector decreased by about 1% over the 1990 to 1999 period. Within the sub-sector, greenhouse gas process emissions from magnesium and other metal smelting and refining decreased more substantially. Magnesium producers have added process controls to monitor additions of sulphur hexafluoride (SF_6) which has resulted in an emissions reduction of 40% since 1990, despite a doubling of production (Natural Resources Canada, 2001). Magnesium production emission intensity declined 80% as a result (Figure 3).

From 1990 to 1999, aluminum production increased 53% (Natural Resources Canada, 2001) while process emissions increased by only 17%. This has lead to a decline in emission intensity of 23% over the period. Process emissions for aluminium production are due to the creation of high global warming potential greenhouse gases called perfluorocarbons (PFCs) (which includes carbon tetrafluoride (CF_4) and hexafluoroethane (C_2F_6)), at anodes during the reduction of alumina to aluminum. Reduced emissions can be attributed to better control of smelting anode effects through electronic monitoring.

Pulp and Paper and Sawmills

Greenhouse gas emissions from the pulp and paper industry decreased 19% from 1990 to 1999, while product output increased 27%. These diverging trends result from a 42% reduction in coal and heavy fuel oil use, increased use of natural gas and electricity, as well as energy efficiency improvements (CIEEDAC, 2000a). For example, natural gas provides more than twice the energy supplied by coal and refined petroleum products to the sub-sector. While natural gas demand has increased by

Figure 3. Non-Ferrous Metal Smelting and Refining - Emissions and GHG Intensity of Production, 1990 to 1999


0.35
0.15
-0.05
-0.25
-0.45
-0.65
-0.85
Indexed to 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Magnesium Process Emissions (1990 = 2870 kt)
Aluminium Process Emissions (1990 = 8611 kt)
Aluminium - Process only GHG intensity (1990 = 5.5 kt GHG/kt metal
Magnesium - Process only GHG intensity (1990 = 113 kt GHG/kt metal)
Total Non-ferrous Metal Process and Combustion Emissions (1990 = 16088 kt)

15%, the use of the more GHG intensive fuels has decreased by 40 to 50% since 1990 (Statistics Canada, #57-003).

Primary and Other Steel Industries

While primary steel industry product output grew 30% from 1990 to 1998 (CIEEDAC, 2000b) greenhouse gas emissions increased by only 12% (Figure 4). Both process and combustion-related emissions have increased in the same proportion. Process emissions are primarily from the

use of coke in reducing iron while combustion emissions are for all ferrous metal industry production. Data indicate that decreasing combustion emission intensities are due to increased efficiencies in energy use, as well as increased natural gas use, with an accompanying decline in the demand for refined petroleum products.

Cement

Emissions from cement production were 10 Mt in 1999, an increase of 770 kilotonnes (kt) from the 1990 level. The trends in emissions closely follow cement production levels. Process emissions constitute 61% of the total emissions in this category and result from the release of carbon dioxide during clinker production (Figure 9). Combustion emissions have increased in intensity because of fuel switching toward more GHG intensive fuels. Use of natural gas declined over the period while there was a rise in coal and coke use (Statistics Canada, #57-003). Total emissions track production closely, with little change in GHG intensity over the period (Figure 5).

Industrial Chemical Industries

Emissions from the Industrial Chemical Industries sub-sector decreased from nearly 28 Mt to 22 Mt over the 1990 to 1999 period. Approximately three-quarters of the sub-sector's total greenhouse gas emissions are process emissions, which decreased 33% since 1990.

Reductions in nitrous oxide emissions from adipic acid production (occurring at the only Canadian facility, situated in Ontario) resulted in a 9 Mt decline in that industry category's process emissions. On the other hand, ammonia production process emissions increased 25% over the period. In fact, Figure 6 illustrates that all sub-sector category emissions increased over the period except those of adipic acid. The sub-sector has seen an increase in GDP of 31% since 1990 (Statistics Canada, #15-001) The resulting decline in GHG intensity is due in large part to reductions in adipic acid process emissions.

In terms of energy sources, natural gas is the primary fuel for combustion purposes in this sub-sector; its use grew by over 20% while the minor usage of refined petroleum increased 10%.

Other Manufacturing

Overall emissions in the Other Manufacturing sub-sector decreased 7% from 25 Mt in 1990 to 23 Mt in 1999. Fuel combustion produced nearly 80% of emissions in this sub-sector; these emissions decreased 14% since 1990. The

Figure 4. Primary and Other Steel Industries Indexed Greenhouse Gas Emissions and GHG Intensity, 1990 to 1999

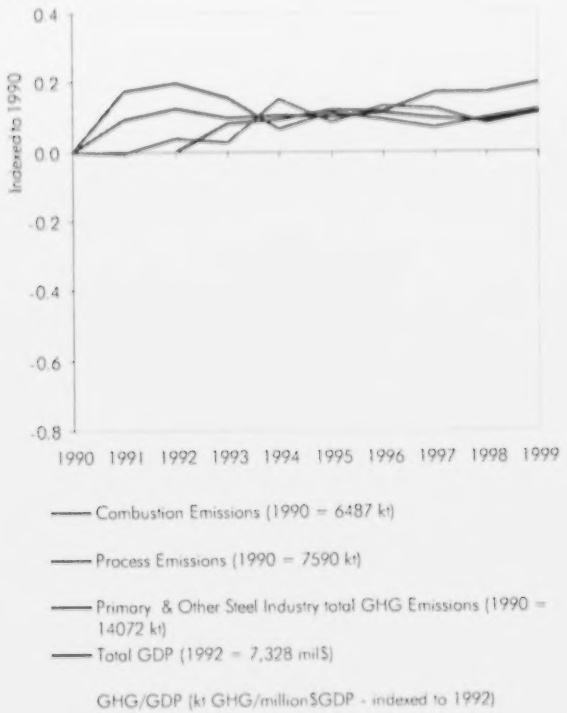

0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
Indexed to 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Combustion Emissions (1990 = 6487 kt)
Process Emissions (1990 = 7590 kt)
Primary & Other Steel Industry total GHG Emissions (1990 = 14072 kt)
Total GDP (1992 = 7,328 mil$)
GHG/GDP (kt GHG/million$GDP - indexed to 1992)

Figure 5. Cement Production Indexed Emissions and GHG Intensity, 1990 to 1999

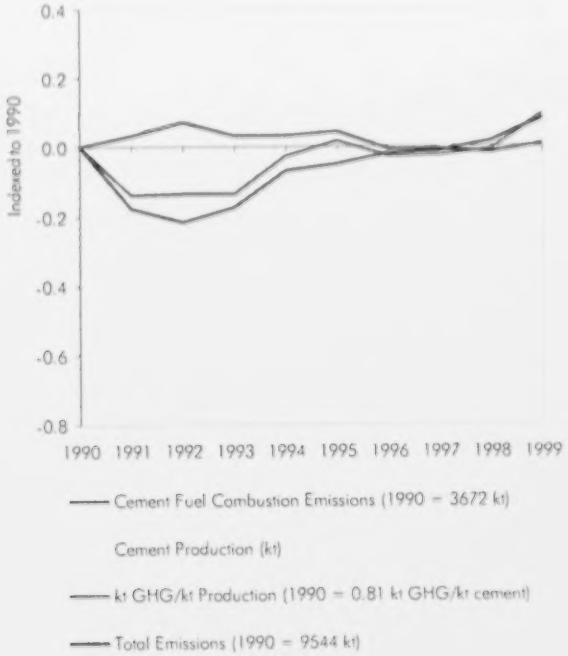
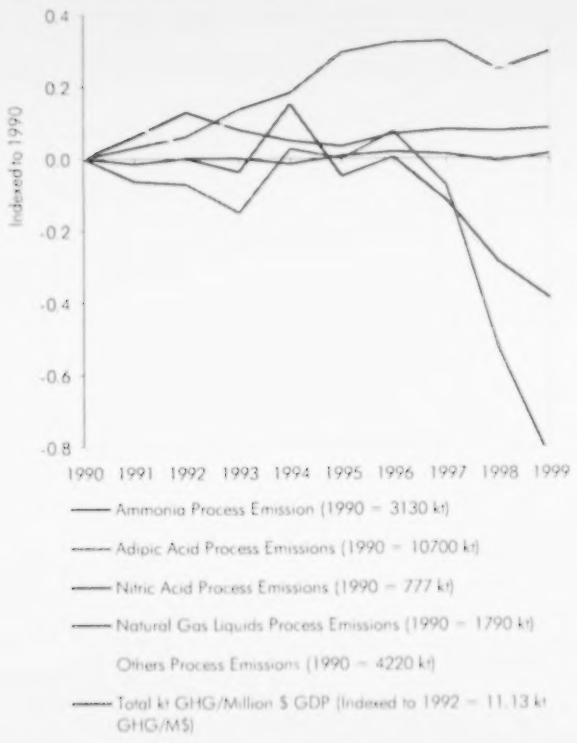


Figure 6. Industrial Chemicals - Indexed Emissions and GHG Intensity of GDP, 1990 to 1999


0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
Indexed to 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Ammonia Process Emission (1990 = 3130 kt)
Adipic Acid Process Emissions (1990 = 10700 kt)
Nitric Acid Process Emissions (1990 = 777 kt)
Natural Gas Liquids Process Emissions (1990 = 1790 kt)
Others Process Emissions (1990 = 4220 kt)
Total kt GHG/Million $ GDP (Indexed to 1992 = 11.13 kt GHG/M$)

decline in emissions may be due to fuel switching, as well as to decreased activity. For instance, this sub-sector, which is heavily dependent on natural gas, has reduced its use by over 10% since 1990. Coal and coke use has risen but in the latter part of the period decreased to below 1990 levels. Refined petroleum products and natural gas liquid use has declined by about 20%, while electricity consumption has increased by over 10% (Statistics Canada, #57-003).

Other Industries

In 1999, the stationary fuel combustion contribution of greenhouse gas emissions by the Other Industries sub-sector (which includes the categories of construction, agriculture and forestry) was 3.9 Mt, a decline of 434 kt from 1990.

Solvents and Other Product Use Sector

While accounting for only 0.2% (1.4 Mt) of Canada's total greenhouse gas emissions in 1999, emissions in this sector have more than tripled since 1990 (by nearly 1 Mt). Use of HFCs and PFCs as ozone-depleting substance replacements (in the semiconductor and electronic industries, for refrigeration and air conditioning manufacturing/equipment use, and aerosol cans, etc.) has contributed from 53% of this category's total emissions in 1995 to 67% in 1999. Emissions from the use of nitrous oxide as anaesthetic and propellant increased by 10% since 1990.

References

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Aluminum Industries 1990 to 1999*, October 2001.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Pulp and Paper Industries 1990 to 1998*, 2000a.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Steel Industries 1990 to 1998*, 2000b.

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Natural Resources Canada, Mineral and Metal Commodity Reviews, *Canadian Minerals Yearbook: Review and Outlook*, 2001.

Statistics Canada, *Gross Domestic Product by Industry, 1990-1999*, Catalogue #15-001.

Statistics Canada, *Quarterly Report on Energy-Supply Demand in Canada* (QRESD), 1990-1999, Catalogue #57-003.

Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

CAT: En40-238/4E-IN; ISBN: 0-662-31392-5

2002 January
Canada's Greenhouse Gas Inventory
GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division
FACTSHEET 5

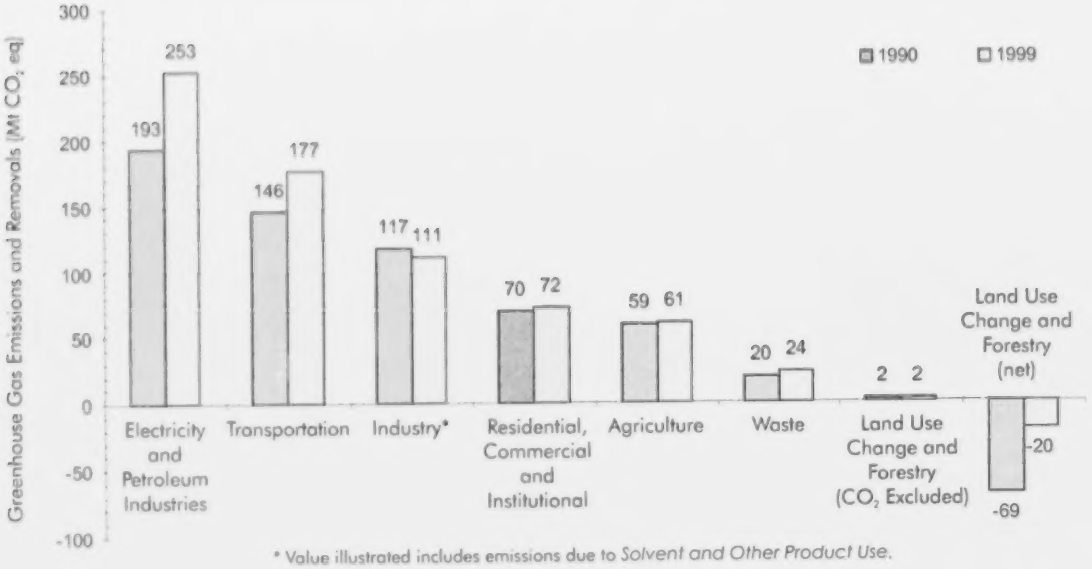
Residential, Commercial & Institutional Sectors: 1990 - 1999

The Residential, Commercial & Institutional (RCI) sector of the Canadian Greenhouse Gas Inventory includes emissions from fuel combustion in buildings for space heating and cooling* (excluding electricity use) and water heating.

- In 1999, this sector contributed slightly more than10% of Canada's 699 megatonnes of carbon dioxide equivalent** (Mt CO_2 eq) greenhouse gas emissions. Total emissions in 1999 from this sector were 71.9 Mt - 43 Mt from the Residential sub-sector and 28.9 Mt from the Commercial & Institutional sub-sector.
- Between 1990 and 1999, overall greenhouse gas emissions grew from a base of 69.8 Mt. Residential sub-sector emissions declined by 2.3% while Commercial & Institutional sub-sector emissions grew by 12.0%. Changes in emissions can be attributed to:
  - *use of energy*. There has been an increase in energy use because of growth in both sub-sectors. Increased energy use, however, has been offset by mitigating factors that include energy efficiency improvements in building stock and warmer weather; and
  - *substitution of fuel oil by natural gas*, a less carbon intensive fuel.

*Gas fired space cooling is a potential small source of greenhouse gas emissions.
**Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada
Environment Canada Environnement Canada

Canada's RCI Sector

Buildings in this sector encompass a range of uses - from detached single family dwellings and apartment buildings, to retail, office and institutional buildings serving business, industry, government, finance, education, health, warehouse, recreation and social service purposes. Omitted from this sector are buildings used in manufacturing, mining and construction (these are included in *Fact Sheet #4 - Industry: 1990-1999*).

The heating or cooling of building interiors, known as space conditioning, and water heating are the sources of this sector's emissions. In addition, they are important energy consuming activities in the operation of buildings. In 1999, about 82% and 65% of total energy demand in the residential and commercial sub-sectors, respectively, were for space conditioning and water heating (Natural Resources Canada, 2001).

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

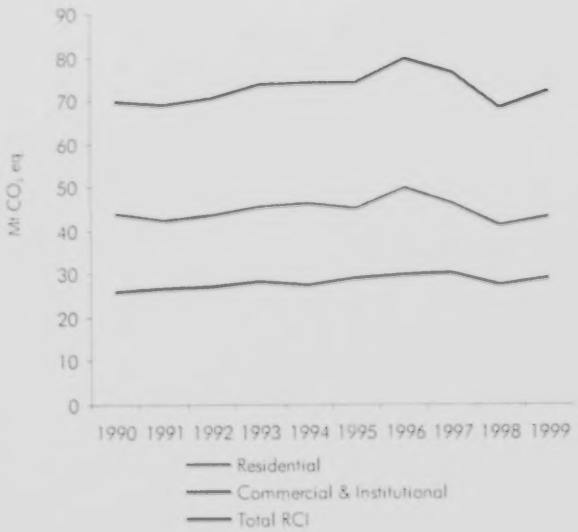
The RCI sector accounts for greenhouse gas emissions from all fossil fuel combustion in buildings. Methane and nitrous oxide emissions from woodfuel combustion for space heat are also minor contributors. The sector overall is not a significant contributor to national emissions: in 1999 its contribution was slightly greater than 10% of the total. Residential heating contributed 6% and Commercial & Institutional 4%.

RCI Emission Trends: 1990 to 1999

Over the period 1990 to 1999, greenhouse gas emission growth in this sector was relatively flat. Emissions from the Residential sub-sector declined by more than 2% while Commercial & Institutional emissions increased by over 12%. In order to understand these trends, it is important to examine the factors influencing fuel use, and hence, emissions.

Figure 2 illustrates the trend in emissions for both the Residential and Commercial & Institutional sub-sectors for the period 1990 to 1999.

Figure 2. Greenhouse Gas Emission Trends in the RCI Sector, 1990 to 1999



RCI Sector and Electricity Emissions

For accounting purposes, Canada's Greenhouse Gas Inventory attributes emissions from electricity only to production at the generation source. Demand for electricity in the RCI sector, whether for space heating or other purposes, is included in *Fact Sheet #2 - Electricity and Petroleum Industries: 1990-1999*.

Trends in emissions can be influenced by four important factors:

1. real estate activity within the sector (e.g. the growth or decline of heated/cooled building space;
2. changes in efficiency of energy use;
3. changes in weather (which would require more or less fuel for heating or cooling); and
4. substitution of fuels with differing carbon intensities.

Growth in Residential and Commercial Activity

The Residential, Commercial and Institutional sub-sectors all experienced significant growth in activity between 1990 and 1999. An estimated 247 million square metres of additional residential floor space and 74 million square metres of commercial floor space were created (Natural Resources Canada, 2001). Without other influences, growth in sector activity may have had the greatest impact on energy use, giving rise to a potential increased energy demand of 377 PJ, or 17% over 1990. The impact on greenhouse gas emissions by this potential increase in energy use, however, was ameliorated by other factors described below.

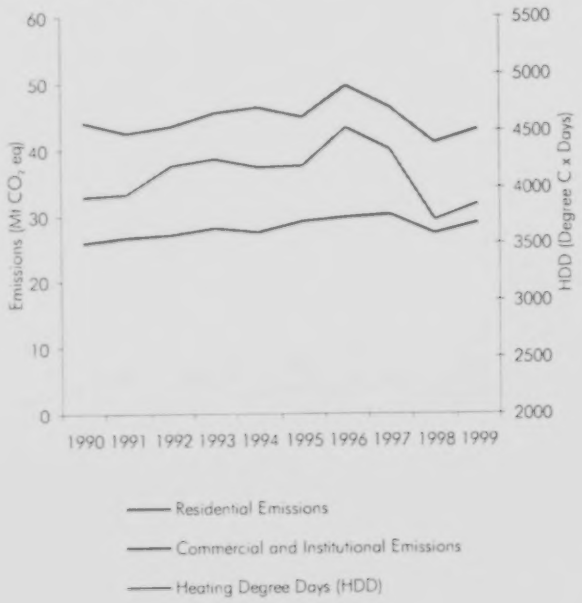
Increases in Energy Efficiency

Energy efficiency increases within buildings (for example, increased insulation and high efficiency furnaces) was the major contributor to dampening overall energy demand over the period. In the Residential sub-sector, estimates are that increases in efficiency decreased potential growth in space heating energy use by at least 75% (Natural Resources Canada, 2001). In the Commercial & Institutional sub-sector, potential growth in all energy use decreased by about 10%. Energy efficiency improvements, therefore, are significant contributors to reducing the growth of greenhouse gas emissions.

Changes in Weather

The other factor influencing energy use, and hence emission trends, is weather. Figure 3 tracks greenhouse gas emission trends in the RCI sector against heating degree days (HDD). From the figure, it is evident that there is a general coincidence in the trends, particularly in the Residential sub-sector.

Figure 3. RCI Sub-sector Trends Related to Heating Degree Days (HDD), 1990 to 1999



In 1999, heating degree days were 1.5% lower than in 1990 (Statistics Canada, #57-003). Residential greenhouse gas emissions were 2.3% lower, while Commercial & Institutional emissions were 12% higher. The Commercial & Institutional sub-sector is less likely to show the influence of heating degree days because of its widespread use of gas-fired absorption air conditioning. In warmer years with lower heating degree days, decreased energy use for heating is offset because the requirement for air conditioning likely increases with more cooling degree days (CDD).

Fuel Substitution

Fuel substitution away from carbon intensive fuels can ameliorate greenhouse gas emissions. This has been the

trend in the RCI sector. Table 1 compares the trends in all fuel use for the RCI sector for the years 1990 and 1999.

There has been a clear trend over the last 10 years for the substitution of fuel oil by natural gas in the RCI sector. While electricity and propane have maintained their contributions to energy used, the natural gas contribution has increased 4% while fuel oil has decreased by the same proportion. The carbon intensity of natural gas is 25% less than that of fuel oil, leading to emission reduction trends.

References

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997

Natural Resources Canada, *Office of Energy Efficiency Trends in Canada 1990 to 1999 An Update: Indicators of Energy Use, Energy Efficiency and Emissions*, July 2001.

Statistics Canada, *Quarterly Report on Energy-Supply Demand in Canada* (QRESD), Catalogue #57-003.

Glossary

Heating Degree Day (HDD): An indicator of winter heating loads. The annual sum of the degrees of average daily temperatures for all days below 18C.

Cooling Degree Day (CDD): An indicator of summer cooling loads. The annual sum of the degrees of average daily temperatures for all days above 18C.

Carbon Intensity: The proportion of molecular carbon to the energy content of a fuel. Since nearly all carbon is released as a gas on combustion of fuels, high carbon intensity fuels produce more CO_2 per unit of heating than low intensity fuels.

Table 1. Trends in Fuel Use in the RCI Sector: 1990 and 1999

	1990		1999	
Fuel	Energy (PJ)	Contribution	Energy (PJ)	Contribution
Natural Gas	915.5	44%	1,054.4	48%
Propane	35.9	2%	44.8	2%
Electricity	857.5	41%	915.9	41%
Fuel Oil	259.7	13%	195.0	9%
TOTAL	2,258.4	100%	2,210.0	100%

Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

CAT: En40-238/5E-IN; ISBN: 0-662-31393-3

2002 January
Canada's Greenhouse Gas Inventory
GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division
FACTSHEET 6

Land-Use Change and Forestry: 1990-1999

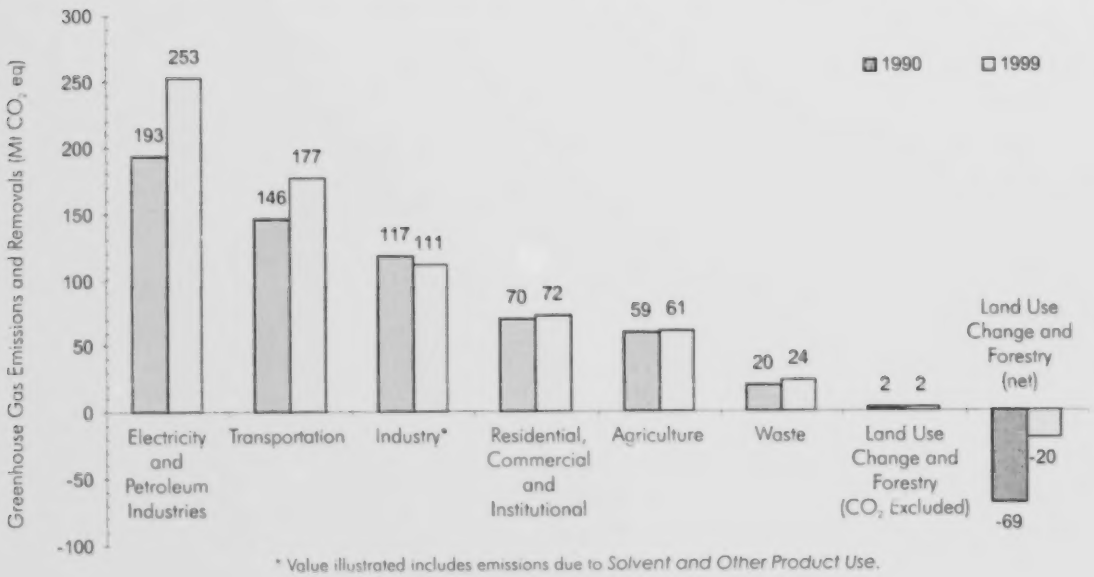
The Land-use Change and Forestry (LUCF) sector of the Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI) includes the contribution to greenhouse gas emissions and removals of forest management, human-induced fires, and changes in the way land is used.

In view of Canada's 200 million hectares of managed lands, clearly land-use and land-use practices embody a significant component of the Canadian way of life.

- In 1999, Canada's LUCF sector removed from the atmosphere an estimated 18 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq). The dominant greenhouse gas is carbon dioxide (CO_2), with small contributions of methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O). As per current IPCC Guidelines (IPCC 1997), carbon dioxide fluxes in the LUCF sector are excluded from national inventory totals. Methane and nitrous oxide emissions in the LUCF sector, while included in the Canadian totals, represent about 0.3% (2 Mt) of national total emissions (699 Mt) in 1999.
- Between 1990 and 1999, the LUCF sector, calculated as the sum of the net carbon dioxide flux and non-carbon dioxide emissions, remained a net sink. The general trend indicates a 70% decline in the net removal, from 59 Mt in 1990 to 18 Mt in 1999. Excluding methane and nitrous oxide emissions, the net carbon dioxide flux alone also amounts to a sink, decreasing by 67% from 61 Mt in 1990 to 20 Mt in 1999. If the LUCF net carbon dioxide removals were included in the national totals, it would result in a reduction of total Canadian emissions of 10% in 1990, and 3% in 1999. If carbon storage in harvested wood products is accounted for, the decline in the net carbon dioxide removal is much smaller, between 55% and 14%, depending on the selected accounting approach. Overall, the trends observed in the LUCF category largely reflect the changing levels of industrial forestry activity during the 1990s.

*Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada's LUCF Sector

The LUCF sector, as well as agricultural soils, are distinct from other sectors as they include both emissions and removals of greenhouse gases to and from the atmosphere.

Greenhouse gases are emitted to the atmosphere through the decomposition or burning of living and dead organic matter. They are absorbed by vegetation through photosynthesis and stored in biomass and in soils. Both emissions and removals of greenhouse gases are large fluxes resulting from minute processes dispersed over a vast land area. Changes in land-use practices directly alter the size and rate of these natural exchanges of greenhouse gases between the terrestrial landscape and the atmosphere, both in the present and over long time periods. Understanding and measuring the components of these natural fluxes that are due to human intervention represent unique scientific and accounting challenges.

The preparation of the Canadian Greenhouse Gas Inventory for the LUCF sector closely follows the Guidelines published by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997). Accordingly, the inventory allocates greenhouse gas emissions to the atmosphere by sources and removals by sinks in the LUCF sector within the following five categories:

1. Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks
2. Forest and Grassland Conversion
3. Abandonment of Managed Lands
4. Carbon Dioxide Emissions and Removals from Soil
5. Other

For the purpose of describing the trends in LUCF emissions and removals in Canada, the five LUCF categories are grouped into three headings within this fact sheet: Forest Management (corresponding to category 1 of this section), Land-use Changes (categories 2 to 4) and Forest Fires (category 5).

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

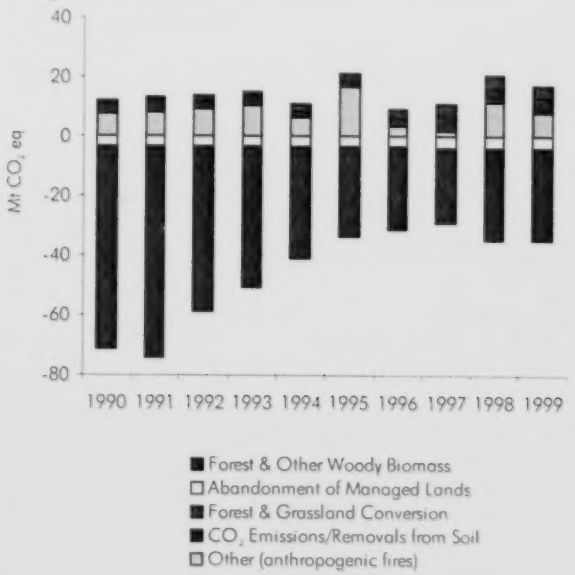
The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

LUCF Sector Emissions and Removals Trends: 1990 to 1999

Of the five LUCF sector categories, the largest and most influential on total greenhouse gas emissions and Removals is the Changes in Forest and Other Woody Biomass category (Figure 2). It generally represents more than 87% of all carbon dioxide removals in the LUCF sector and displays a trend similar to the overall sector trend, with sinks declining by 55% between 1990 and 1999.

Figure 2. LUCF Sector Emissions and Removals by Category, 1990 to 1999



Forest Management

Which forest?

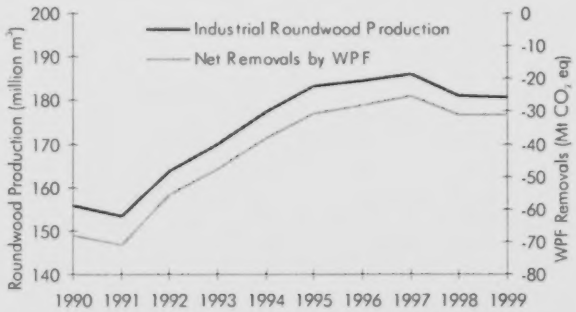
The LUCF inventory estimates carbon dioxide emissions and removals in the *"managed"* part of the forests, thus excluding forests unmanaged for wood production. In the CGHGI, this forest is identified as the *"Wood Production Forest"*, and is defined as the non-reserved, stocked, timber-productive forests with access (Canadian Forestry Inventory Publications). The Wood Production Forest extends over 133 million hectares (133 Mha), distributed unevenly throughout Canada.

Carbon fluxes in and out of the forest

The LUCF inventory estimates net carbon dioxide fluxes in and out the Wood Production Forest by subtracting the carbon removed in the harvested wood from the net carbon taken up by trees in the *"growing area"* of the Wood Production Forest. This *"growing area"* (123 Mha) consists of the area over which trees are actively sequestering carbon through photosynthesis, and excludes overmature forests. Fluxes of carbon to and from forest soils are also excluded due to a lack of data. It is assumed that carbon dioxide emissions from fires in the Wood Production Forest are implicitly incorporated in the average growth rates. This assumption is reconsidered below, under the heading *"Uncertainty"*. The decline in net removals during the 1990s is in large part explained by the 16% increase in the annual volume of harvested wood over the period.

Since it is assumed that the areal extent of the 'growing' forests and their average growth rates are stable over the 1990 to 1999 period, trends in carbon emissions and removals largely result from the levels of harvesting activities. The 67% decline in forest carbon sinks over the period is mirrored by a 16% increase in industrial roundwood production (Figure 3).

Figure 3. Trends in Industrial Roundwood Production and Carbon Dioxide Removals in the Wood Production Forest



Carbon Accounting of Harvested Wood Products

The IPCC default approach currently requires that all the carbon in the wood harvested from forests is emitted to the atmosphere in the year of harvest, unless it can be shown that the wood products pool is increasing; hence, it doesn't account for long-term carbon storage in harvested wood products and landfills. Where these pools do in fact increase, the default method overestimates carbon dioxide emissions from forest management. The IPCC has not yet recommended an alternative approach for the accounting of carbon storage in wood products.

While awaiting further guidance from the IPCC, Canada has produced estimates of the contribution of the wood product sector to net carbon emissions and removals from its managed forest, using two alternative approaches. Both alternative approaches markedly reduce the apparent impact of industrial forestry activity on the carbon balance of the Wood Production Forest. In 1999, harvest emissions vary from 258 Mt CO_2 (current default method) to 244 Mt CO_2 (Stock-change) or 170 Mt CO_2 (Atmospheric Flow). The difference in harvest emissions between the Stock-change and Atmospheric Flow approaches mainly resides in the different treatment of exported wood products.

Very little information is available on the wood waste stream in Canada, specifically on the composition and fate of wood-based material landfilled annually. Landfills are a potentially vast reservoir for long-term carbon storage.

Land-Use Changes

In 1999, the net flux associated with land-use changes in Canada resulted in emissions of over 5 Mt CO_2. These emissions have more than doubled between 1990 and 1999 (Figure 4).

Which Land-use Changes?

In the national inventory, land-use changes in Canada comprise the conversion of forests and grasslands to other land-uses (e.g. agriculture or urban lands), and the abandonment of agricultural lands which then revert to their original vegetation cover.

Dynamics of Carbon Emissions and Removals

In general, forest and grassland conversion causes carbon emissions to the atmosphere. Carbon removals from the atmosphere are associated with vegetation regrowth on abandoned agricultural lands. The dynamics of carbon emissions and removals, however, operate at different time scales: emissions are immediate when large quantities of biomass are oxidized at once, or delayed over longer time periods due to the gradual decomposition of residues or soil organic matter.

Conversely, carbon removals from the atmosphere and storage in living and dead organic matter is a slow process which spans decades, if not centuries. Consequently, for the purpose of greenhouse gas accounting, forest conversion and vegetation growth on abandoned lands cannot be treated as mirror processes.

Forest Fires

In Canada's LUCF inventory, the Other category consists of carbon dioxide emissions from fires caused by humans (also called *"anthropogenic"* fires) outside of the Wood Production Forest. Carbon dioxide emissions associated with fires in the Wood Production Forest were discussed in the section on Forest Management. However, non-carbon dioxide emissions from all human-induced forest fires are included, regardless of location.

The quantity of greenhouse gases released by forest fires varies annually with the extent of the area burned; therefore, it displays the large variability typical of natural disturbances (Figure 5). Over the period 1990 to 1999, annual emissions of greenhouse gases resulting from anthropogenic forest fires fluctuated between 2 and 17Mt. The estimated area burned for 1999 is projected from historical data, and, in view of the inter-annual variability noted above, should be treated with caution. This category is the only one for which non-carbon dioxide greenhouse gases are reported.

Uncertainty

While a reasonable degree of confidence can be placed on the overall trend direction, the flux estimates themselves are characterized by a high degree of uncertainty. To reflect this uncertainty, figures have been rounded (Environment Canada, 2001).

Figure 4. Trends in Carbon Dioxide Emissions and Removals Related to Land-use Changes in Canada

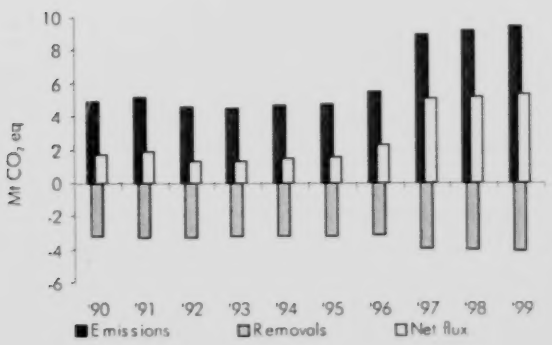
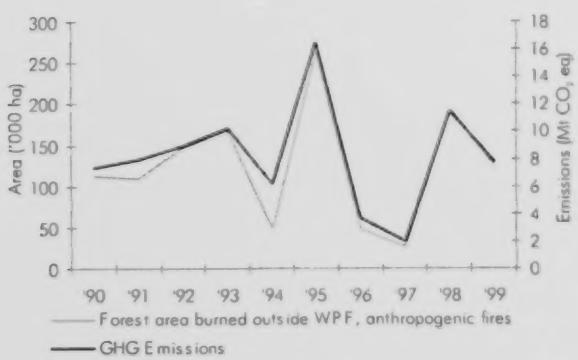


Figure 5. Forest Area Burned and Total Greenhouse Gas Emissions from Fires 1990 - 1999



Forest Management

In view of the dominant influence of forest management on the net carbon flux in the LUCF sector, an analysis was conducted on the sensitivity of results to a selection of key parameters and data inputs.

Parameters that were modified in the course of the analysis were:

- area of the Wood Production Forest and its *"growing"* part;
- average rate of tree growth;
- harvest rates; and
- explicit account of carbon dioxide emissions from fires in the Wood Production Forest.

The three inputs with the largest influence on the total carbon removal by the Wood Production Forest in 1999 are, in decreasing order of importance: carbon dioxide emissions from fires in the Wood Production Forest, tree growth rates, and the harvest rate. It is important to consider that the relative significance of fire emissions in the Wood Production Forest vary annually, as do the location and extent of fires in all Canadian forests.

These results indicate a priority for methodological improvement should be the development of better tools to estimate fire emissions from the Wood Production Forest. Efforts should also concentrate on a better assessment of biomass growth rates. It is believed that the overall improvement in accuracy obtained from better harvest data would be modest, given the relatively high confidence on the data quality.

The analysis omitted those unquantifiable and uncertain sources associated with insufficient knowledge or data. In particular, the magnitude of the net forest sink may be significantly altered by including the carbon content of dead organic matter in forest soils and litter, another large and poorly understood carbon pool. Work is on-going to incorporate this carbon pool in the model.

Land-Use Changes

Two major sources of uncertainty have been identified in carbon accounting of land-use changes: lack of data and information on land-use changes and land-use change practices; and, an incomplete understanding of soil carbon dynamics when land is converted to another use.

Missing data on land-use changes include the extent of the conversion, in each Canadian province, of natural ecosystems to agriculture, urban and industrial lands, rural residential land, as well as mining, petroleum and transportation infrastructure. Moreover, land-use change practices, such as burning, are poorly documented.

The current estimation methods for soil carbon emissions and removals due to land-use changes is based on the long-term average values of soil carbon content under different land uses. It is assumed that all soil carbon losses occur within twenty-five years, and all carbon sequestration on abandoned farmlands within one hundred years.

The Kyoto Protocol: from Agricultural Soils and LUCF to LULUCF

The national greenhouse gas inventory is the ultimate measure against which Canada will be judged when reporting under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Kyoto Protocol, or any similar, legally binding agreement.

Canada, if it ratifies the Kyoto Protocol, will see its reporting commitments greatly increased. The seventh Conference of the Parties to the UNFCCC, in November 2001, agreed that the accounting for the 2008-2012 reduction targets would include emissions and removals from afforestation, reforestation and deforestation (ARD) and optionally from forest management, crop management, grazing land management, and revegetation activities. This provision would call for an integrated reporting of all greenhouse gas sources and sinks from land-based resources, from Land Use, Land-use Change and Forestry (LULUCF) activities.

Environment Canada and all its partners in the federal, provincial, industry, non-governmental and academic communities are already organizing their resources to address the scientific and technical challenge of implementing the Kyoto requirements.

References

Data Sources:

1. Canadian Forest Inventory Publications
http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/monitoring/inventory/cfipubs_e.html

2. National Forestry Database maintained by the Canadian Council of Forest Ministers
http://nfdp.ccfm.org/frames2_e.htm

3. Census of Agriculture, compiled by Statistics Canada
http://www.statcan.ca/english/census96/agri.htm

4. Food and Agriculture Organization of the U.N. (FAO) Forestry Database
http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=forestry

Methodological Sources:

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Glossary

Afforestation: the establishment of forests, through planting, seeding or other management activities, on land that has not been forested for a determined period of time.

Biomass: the mass of living and dead plant material, above-ground and below-ground.

Carbon flux: transfer of carbon from one pool to another.

Carbon pools: carbon reservoirs, with the capacity to accumulate or release carbon (e.g. forest biomass, wood products, soils and the atmosphere).

Carbon sequestration: the process of increasing the carbon content of a pool other than the atmosphere.

CO_2 equivalent: the amount of CO_2 that would cause the same effect as a given amount or mixture of other greenhouse gases.

Emissions: the act of releasing a greenhouse gas to the atmosphere. Emissions come from sources.

Greenhouse gas: a gas that absorbs infrared radiation and in turn emits it in the atmosphere. The net effect is a local trapping of energy and a tendency to warm the earth's surface. Water vapour (H_2O), carbon dioxide (CO_2) methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O) and ozone (O_3) are the primary greenhouse gases in the Earth's atmosphere.

IPCC Guidelines: guidelines developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change for the preparation of national greenhouse gas inventories. The latest version was published in 1997.

Land Use: all arrangements, activities and inputs (sets of human actions) undertaken in a certain land cover type. The social and economic purpose for which land is managed (timber production, grazing, conservation).

Organic matter: carbon-based material that makes up living tissues and their residues (litter, soil organic matter).

Removal: the act of removing a greenhouse gas from a pool. Removals from the atmosphere are done by sinks.

Sink: any process or mechanism which removes a greenhouse gas from the atmosphere. See also "removal".

Sources: any process or mechanism which release a greenhouse gas in the atmosphere. The opposite of sinks.

Wood products: all products derived from the wood harvested from a forest. Includes fuelwood, logs and commodities derived from them (e.g. sawnwood, paper etc).

Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contacts:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

CAT: En40-238/6E-IN; ISBN: 0-662-31394-1

2002 January

Canada's Greenhouse Gas Inventory

GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division

FACTSHEET 7

Agriculture: 1990 - 1999

The Agriculture sector of the Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI) includes the contribution to greenhouse gas emissions from livestock, manure management, and agricultural soils.

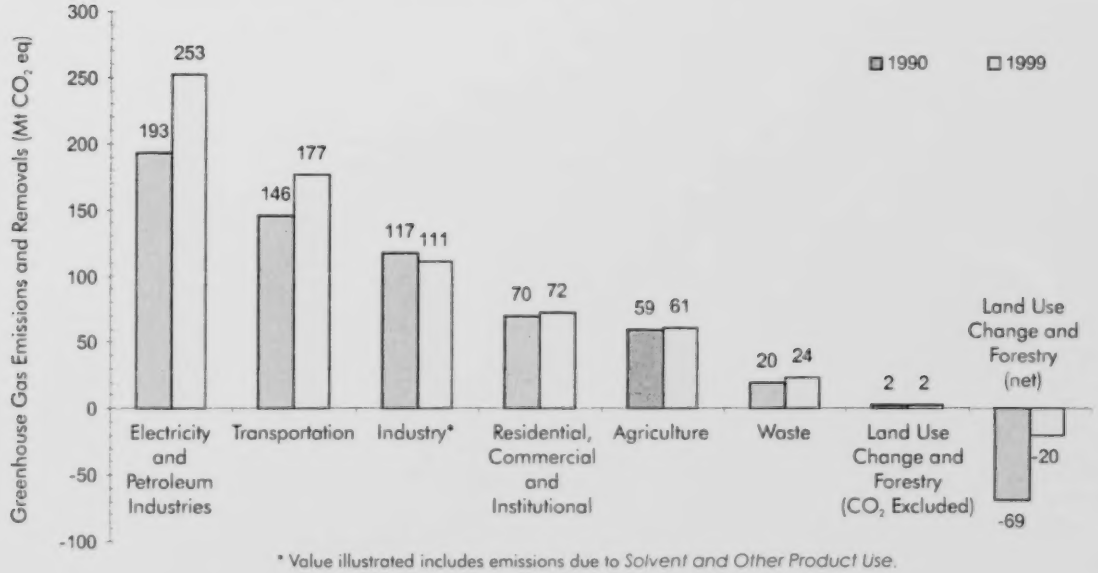
- In 1999, greenhouse gas emissions from the Agriculture sector totaled 60.7 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq) and contributed 9% towards total national emissions of 699 Mt. Agriculture accounted for 69% of Canada's total emissions of nitrous oxide, 25% of methane, and less than 1% of carbon dioxide. Agricultural soils contributed 56% of sectoral emissions in 1999 (33.6 Mt). Enteric fermentation emissions from domestic animals totaled 17.8 Mt and accounted for 29% of Agriculture emissions, while manure management contributed 15%, at 9.3 Mt.

- Between 1990 and 1999, total agricultural emissions rose 3%. If the carbon dioxide flux from agricultural soils is excluded**, total emissions from this sector would have increased 18% since 1990 (from 51.3 Mt to 60.6 Mt). On a category basis, emissions from manure management rose 13% and enteric fermentation emissions increased 11%. Net carbon dioxide emissions from agricultural soils decreased from 7.3 Mt in 1990 to 0.2 Mt in 1999 as a result of conservation tillage and reduced frequency of summer-fallow on the prairies. Nitrous oxide emissions from agricultural soils increased 23%, from 27.2 Mt in 1990 to 33.4 Mt in 1999.

*Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

** The net flux of carbon dioxide is a combination of both the source and sink from agricultural soils.

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada

Environment Canada / Environnement Canada

Canada's Agriculture Sector

Many agricultural activities result in emissions of greenhouse gases. The processes that produce emissions are enteric fermentation in domestic animals, manure management systems, and cropping practices. While large quantities of methane are produced through the enteric fermentation process, manure management systems generate both methane and nitrous oxide. Cropping practices can result in a release of carbon dioxide and nitrous oxide from soils.

The preparation of the Canadian Greenhouse Gas Inventory for the Agriculture sector closely follows the Guidelines published by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997). Accordingly, the inventory allocates greenhouse gas emissions by sources in the Agriculture sector within the following three categories:

1. Enteric Fermentation
2. Manure Management
3. Agricultural Soils

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

The remainder of this fact sheet will outline and discuss the major trends and underlying factors in greenhouse gas emissions for the Agriculture sector.

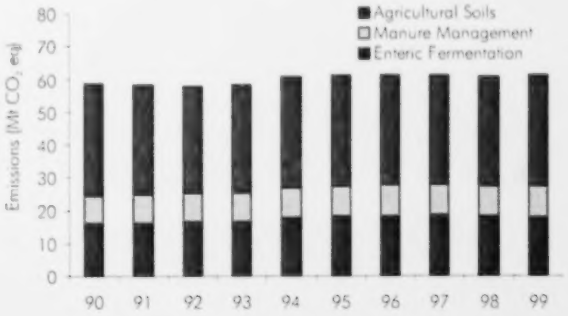
Agriculture Sector Emission Trends : 1990 to 1999

Greenhouse gas emissions in the Agriculture sector rose 3% between 1990 and 1999, from 58.9 to 60.7 Mt.

Of the three greenhouse gas source categories within the Agriculture sector, the largest contribution of emissions is from Agricultural Soils. This category represents approximately half of the sector's emissions in 1999, as well as throughout the 1990's (Figure 2).

Excluding the carbon dioxide flux from agricultural soils, total non-carbon dioxide emissions from the Agriculture sector increased 17% since 1990 (from 51.3 Mt in 1990 to 60.6 Mt in 1999).

Figure 2. Agriculture Emissions by Category, 1990 -1999



Enteric Fermentation

Emissions associated with enteric fermentation of animals accounted for 17.8 Mt in 1999, or nearly 30% of the total emissions within the Agriculture sector. Since 1990, emissions have increased 11%, mainly due to increased beef production.

The rising trend in greenhouse gas emissions from enteric fermentation is due to increases in cattle production. Non-dairy cattle production, which accounts for the highest emissions among the various types of cattle, has increased 21% since 1990 with a similar increase in emissions (Table 1).

What is enteric fermentation?

During the digestive process of herbivores, carbohydrates are broken down by micro-organisms into simple molecules for absorption into the bloodstream, where methane is produced as a by-product. This process results in methane in the rumen, which is released by eructation and exhalation. Some methane is released later in the digestive process by flatulation. The animals that generate the most methane are ruminant animals such as cattle.

The increase in emissions from non-dairy cattle was partly offset by a reduction in emissions from dairy cattle, resulting from a decline in the number of dairy cows. Dairy cattle population decreased from 196,400 in 1990 to 165,700 in 1999 resulting in a decline in emissions of 15% (Statistics Canada, #23-603).

Table 1. Enteric Fermentation Emissions by Category, 1990 and 1999

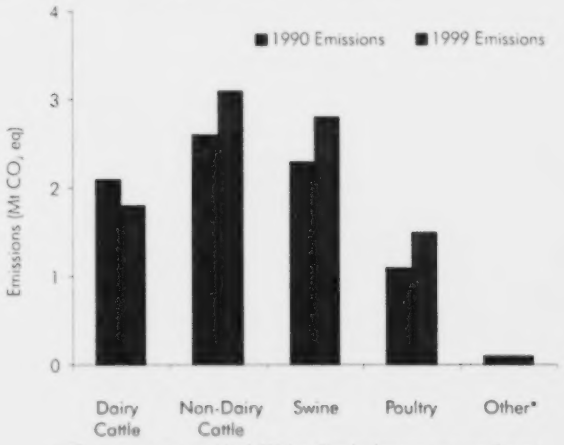
	1990	1999	% Change
Animal Type	Mt CO_2 eq		since 1990
Dairy Cattle	4.1	3.5	-15%
Non-Dairy Cattle	11.3	13.6	20%
Swine	0.3	0.4	33%
Other	0.3	0.3	0%
Total	16.0	17.8	11%

Manure Management

During the handling and storage of livestock manure, both methane and nitrous oxide are emitted. The magnitude of the emissions is dependent upon the manure properties, quantities of manure, as well as the type of handling system. As for manure handling systems, poorly aerated ones generate more methane but little nitrous oxide, while well-aerated systems generate little methane but more nitrous oxide.

Nitrous oxide and methane emissions within this category have increased steadily since 1990 (Figure 3). Combined, these emissions increased 13% between 1990 and 1999, from 8.2 Mt to 9.3 Mt. The rising trend in emissions from manure management is mainly due to the expansion in the beef, swine and poultry industry.

Figure 3. Combined Nitrous Oxide and Methane Emissions from Manure Management, 1990 and 1999



* The category entitled "Other" includes emissions from goats, horses and sheep.

Agricultural Soils

Greenhouse gas emissions from agricultural soils in Canada totaled 33.6 Mt in 1999. This represents a 2% reduction in emissions over the 1990 estimate of 34.5 Mt. If the carbon dioxide flux from agricultural soils is excluded, total emissions from this category increased 23%, from 27.2 Mt in 1990 to 33.4 Mt in 1999.

Soil management and cropping practices affect both the carbon and nitrogen cycles in soils. These management practices can lead to emissions and removals of carbon dioxide, as well as emissions of nitrous oxide. For example, both conservation tillage and reducing the frequency of summer-fallowed fields can lead to increased carbon storage in soils. Conversely, uses of nitrogen fertilizer and manure on agricultural soils lead to emissions of nitrous oxide. Table 2 outlines the trends in both nitrous oxide and carbon dioxide emissions from agricultural soils for the period 1990 to 1999.

Carbon Dioxide

Net carbon dioxide emissions from agricultural soils have decreased significantly from 7.3 Mt in 1990 to 0.2 Mt in 1999. The primary reason for the reduced net emissions from soils is due to the increasingly common practice of conservation tillage and reduced frequency of summer-fallow on the prairies. In particular, no-till farming was practiced on over 16% of Canada's annual croplands in 1996 (Statistics Canada, #93-356), as opposed to 7% in 1991 (Statistics Canada, #93-350).

Nitrous Oxide

Nitrous oxide emissions have increased 23% between 1990 and 1999 (from 27.2 Mt to 33.4 Mt). Emissions of nitrous oxide can be subdivided into direct and indirect sources. Direct emissions are those that are emitted directly from agricultural fields, while indirect emissions are those that are emitted off site by either volatilization and subsequent redeposition or by leaching and runoff.

Direct Sources

The direct sources of nitrous oxide emissions from agricultural soils are:

- *synthetic nitrogen fertilizers*: nitrous oxide emissions from the application of synthetic nitrogen fertilizers have increased steadily from 6.5 Mt in 1990 to 8.9 Mt in 1999, representing an increase of approximately 37%.

- *animal wastes applied as fertilizer*: emissions due to animal manure used as fertilizers on agricultural soils have increased from 3.2 to 3.7 Mt per year, resulting from an expansion of the national livestock industry.

- *grazing animals*: emissions associated with the application of manure to soils through grazing animals increased from 2.3 to 2.7 Mt between 1990 and 1999 due to the increased livestock population.

- *plant biological nitrogen fixation*: leguminous crops such as alfalfa, soybean and lentil can fix atmospheric nitrogen, but the ribozobia in plant nodules of these crops can emit nitrous oxide as they fix nitrogen. Nitrous oxide emissions from the production of leguminous crops remained relatively unchanged during the last decade at about 4 Mt per year.

- *crop residue decomposition*: after a crop is harvested, a portion of the crop is left on the field to decompose. The remaining plant matter is a source of nitrogen. Nitrous oxide emissions through crop residue decomposition increased over the period 1990 to 1999 from 6.0 to 6.8 Mt per year.

- *cultivation of histosols*: nitrous oxide is emitted as a result of cultivating organic soils, also known as histosols, for annual crop production. There is no detailed agricultural census data available on the area of cultivated histosols in Canada. In light of this, through consultation with soils and crops specialists, the area of cultivated histosols is estimated to be approximately 30,000 hectares. Emissions from this source are small and remain unchanged at 0.01 Mt per year.

(B. McMullen)

Table 2. Agricultural Soil Emissions by Category, 1990 to 1999

Greenhouse Gas Emissions	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt CO_2 equivalent									
Carbon Dioxide Total	7.3	6.7	5.8	4.7	4.2	3.2	1.8	1.2	0.7	0.4
Nitrous Oxide										
Synthetic Fertilizer Nitrogen	6.5	6.4	6.9	7.2	7.7	7.9	8.6	9.1	9.1	8.9
Manure as Fertilizer	3.2	3.2	3.3	3.3	3.5	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7
Grazing Animals	2.3	2.4	2.4	2.4	2.6	2.7	2.7	2.8	2.7	2.7
Biological Nitrogen Fixation	3.8	3.6	3.4	3.8	4.3	3.9	3.8	3.6	3.8	4.4
Crop Residue Decomposition	6.0	5.7	5.4	5.6	5.4	5.9	6.5	6.0	6.4	6.8
Cultivation of Histosols	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Indirect Nitrous Oxide	5.4	5.4	5.7	5.8	6.2	6.4	6.7	7.0	6.9	6.9
Nitrous Oxide Total	27.2	26.7	27.1	28.1	29.7	30.4	31.9	32.1	32.6	33.4
Greenhouse Gas Emissions Total	34.5	33.4	32.9	32.8	33.9	33.6	33.7	33.3	33.3	33.8

Indirect Sources

A fraction of the nitrogen fertilizer that is applied to agricultural fields will be transported off site by both volatilization and subsequent redeposition or by leaching and runoff. The nitrogen that is transported from the agricultural field will provide an additional source of nitrogen for nitrous oxide emissions.

Indirect emissions of nitrous oxide increased substantially from 5.4 Mt in 1990 to 6.9 Mt in 1999. This increase is attributed to both the expansion of the livestock industry, as well as to an increased consumption of synthetic nitrogen fertilizers.

Summary of Non-Carbon Dioxide Trends in Agricultural Emissions

In this section, greenhouse gas emissions within the Agriculture sector are alternatively classified as either animal or crop production-related. Emissions associated with animal production include enteric fermentation, manure management and manure disposal. Crop production emissions include greenhouse gases from both direct Sourcesdirect and indirect sources as described in the previous section.

Excluding the carbon dioxide flux from agricultural soils, animal production contributed between 60 to 65% of the total sectoral emissions, while crop production accounted for 35 to 40% of emissions (Table 3).

Animal Production

Approximately one half of emissions related to animal production in Canada result from enteric fermentation, while the other half is equally split between manure management and on-land use of manure as fertilizers.

Major contributors of greenhouse gases among domestic animals in Canada are non-dairy cattle, dairy, swine, and poultry. Since 1990, emissions associated with non-dairy cattle increased 18%, swine by 19% and poultry by 31%, while dairy production-related emissions decreased 15%. Contributions of emissions from other domestic animals remain unchanged for the period.

Table 3. Summary of Major Non-Carbon Dioxide Emissions Resulting from Animal and Crop Production in Canada

Greenhouse Gas Source		1990	1993	1996	1999
Animal Production[a]					
(percent of annual Total)		Mt CO_2 equivalent			
	Non-Dairy[b]	20.2	21.7	24.0	23.8
		(39%)	*(41%)*	*(40%)*	*(39%)*
	Dairy	6.2	5.7	5.8	5.3
		(12%)	*(10%)*	*(10%)*	*(9%)*
	Swine	3.7	3.9	4.4	4.4
		(7%)	*(7%)*	*(7%)*	*(7%)*
	Poultry	2.6	2.7	3.1	3.4
		(5%)	*(5%)*	*(5%)*	*(5%)*
Crop Production					
(percent of annual Total)		Mt CO_2 equivalent			
	Synthetic Nitrogen Fertilizers[c]	9.2	10.1	12.5	12.7
		(18%)	*(19%)*	*(21%)*	*(21%)*
	Crop[d]	9.8	9.4	10.3	11.2
		(19%)	*(18%)*	*(17%)*	*(18%)*

[a] Also includes manure used as fertilizer

[b] Percent of total Agriculture Sector non-carbon dioxide emissions

[c] Includes both direct and indirect sources

[d] Includes Biological Nitrogen Fixation and Crop Residue Decomposition

Crop Production

While non-carbon dioxide emissions have increased during the 1990 to 1999 period, the contributions of the major emission sources remained relatively unchanged.

While the contribution of nitrous oxide emissions, resulting from the consumption of synthetic nitrogen fertilizers, only increased from 18 to 21% of the total nitrous oxide emissions, the consumption of synthetic nitrogen fertilizer increased by nearly 35% between 1990 and 1999. Emissions associated with legume and non-leguminous crops, as well as crop residue decomposition, collectively contributed between 17and 19% of Canada's Agriculture sector emissions.

Provincial Non-Carbon Dioxide Agricultural Emissions

Since 1990 there has been very little change in non-carbon dioxide emissions in British Columbia, Ontario, Quebec, and Atlantic regions of Canada. From 1990 to 1999, however, non-carbon dioxide emissions increased steadily from 5.6 to 7.1 Mt in Manitoba, from 8.9 to 12.9 Mt in Saskatchewan, and from 14.2 to 17.5 Mt in Alberta. Table 4 highlights the provincial trends in non-carbon dioxide emissions between 1990 and 1999.

The increased emissions from the prairies provinces resulted from livestock expansion and synthetic nitrogen fertilizer consumption, and contributed to nearly all increases in Canada's greenhouse gas emissions from the Agriculture sector since 1990.

References

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Statistics Canada, *Agricultural Profile of Canada in 1991*, Census of Agriculture, 1992, Catalogue #93-350.

Statistics Canada, *Agricultural Profile of Canada in 1996*, Census of Agriculture, 1997, Catalogue #93-356.

Statistics Canada, *Livestock Statistics*, Agriculture Division, 1991-1999, Catalogue #23-603.

Table 4. Summary of Provincial Non-Carbon Dioxide Greenhouse Gas Emissions in the Agriculture Sector (Mt CO_2 eq)

Province	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Newfoundland	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Prince Edward Island	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Nova Scotia	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
New Brunswick	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Quebec	7.8	7.3	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	7.8	7.8	7.7
Ontario	11.2	11.0	10.8	10.8	11.1	11.2	10.8	11.1	11.2	11.2
Manitoba	5.6	5.8	6.1	6.1	6.5	6.7	7.2	7.0	7.3	7.1
Saskatchewan	8.9	9.0	9.7	10.0	10.9	11.5	12.7	13.1	12.9	12.9
Alberta	14.2	14.3	14.4	15.1	15.9	16.4	16.7	16.5	16.8	17.5
British Columbia	2.4	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.6
CANADA	51.6	51.1	52.1	53.4	56.2	57.6	59.6	59.8	60.0	60.5

Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/english/ehome.html

CAT : En40-238/7E-IN, ISBN : 0-662-31395-X

2002 January
Canada's Greenhouse Gas Inventory
GHG Trends Information from Environment Canada's Greenhouse Gas Division
FACTSHEET 8

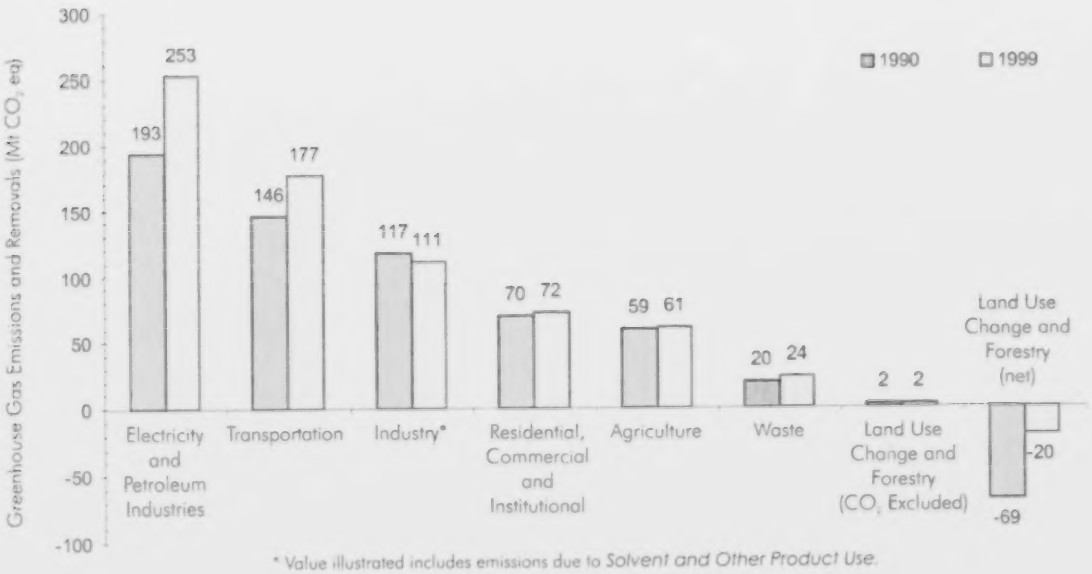
Waste: 1990-1999

The Waste sector of the Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI) includes the contribution to greenhouse gas emissions from solid waste disposal on land, wastewater handling and waste incineration.

- In 1999, greenhouse gas emissions from the Waste sector totalled nearly 24 megatonnes of carbon dioxide equivalent* (Mt CO_2 eq), representing 3.4% of Canada's total emissions (699 Mt) in 1999. The primary source of emissions is from solid waste disposal on land, which contributed 93% of the total sector emissions, with much smaller contributions from wastewater handling and waste incineration (5.7% and 1.5%, respectively). The majority of emissions were methane (CH_4), at 22.3 Mt, with the remainder being composed of nitrous oxide (N_2O) (1 Mt) and carbon dioxide (0.3 Mt).
- Between 1990 and 1999, waste-related emissions rose by over 17%, of which 95% of the increase is attributable to a rise in landfill emissions. Waste incineration and wastewater handling emissions increased 9% and 10%, respectively, and generally follow the national population trend. Although emissions from solid waste disposal on land rose nearly 18%, increasing landfill gas capture reduced the rate of emission growth from landfills in the early to middle 1990s.

*Unless otherwise indicated, all emissions are reported in Mt CO_2 eq. For brevity, this has been shortened to Mt. This concept provides a relative measure of the impacts of different greenhouse gases on global warming, with the effect of carbon dioxide being equal to one.

Figure 1. Canadian Greenhouse Gas Emissions and Removals 1990 and 1999



* Value illustrated includes emissions due to *Solvent and Other Product Use*.

Canada's Waste Sector

The major sources of greenhouse gas emissions in the Waste Sector are solid waste disposal in landfills, wastewater handling and waste incineration. These emissions consist almost completely of methane; in fact, methane emissions comprised 95% of the total emissions in this sector in 1999.

Much of the waste treated or disposed is biomass or biomass-based. The carbon dioxide emissions attributable to such wastes are not included in the national inventory totals, but are in theory accounted for when measuring changes in carbon in agricultural soils. In theory, there are no net emissions if the biomass is sustainably produced and consumed. This assumes that on an annual basis, the carbon dioxide emitted from the decomposition of food is consumed in growing the next year's crop. With respect to forest products, if biomass is harvested at an unsustainable rate (for example, faster than the annual re-growth), net carbon dioxide emissions will be accounted for as a loss of biomass stocks in the Land-Use Change and Forestry sector.

The Greenhouse Gas Inventory allocates emissions from the Waste sector within the following three categories:

1. Solid Waste Disposal on Land
2. Wastewater Handling
3. Waste Incineration

The Canadian Greenhouse Gas Inventory (CGHGI)

The Canadian Greenhouse Gas Inventory is developed, compiled, and reported annually by the Greenhouse Gas Division of Environment Canada, and utilizes methods and models developed in-house by engineering and scientific staff, as well as published data, data developed by industry, or methods developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1997).

The greenhouse gases that have been estimated in the national inventory are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (PFCs), and hydro fluorocarbons (HFCs).

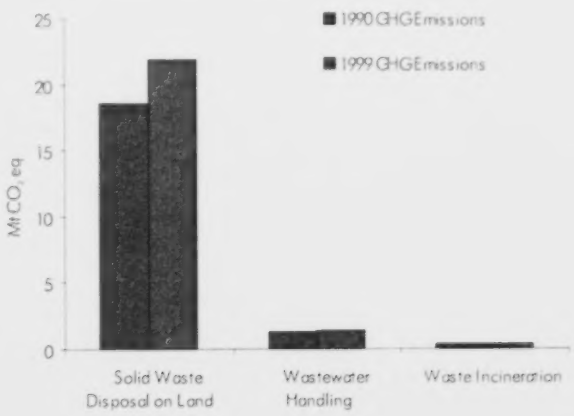
The inventory uses an internationally agreed to reporting format that groups emissions and removals into the following six sectors: Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, Land-Use Change and Forestry, and Waste. The 1999 Trends Fact Sheet Series, while presenting the latest information on Canadian greenhouse gas emissions and removals derived from the latest national inventory, use a modified sector approach to facilitate the use of information by the public.

Waste Sector Emission Trends: 1990 to 1999

Greenhouse gas emissions from the Waste sector totaled nearly 24 Mt, representing 3.4% of Canada's total emissions in 1999. Waste-related emissions rose by over 17% since 1990; 95% of this increase is attributable to increases in landfill emissions. Figure 2 compares the changes in emissions among the Waste sector categories for 1990 and 1999.

In 1999, Solid Waste Disposal on Land accounted for almost 93% of the emissions in this sector, while municipal wastewater and incinerated material derived from fossil-fuel products are minor contributing categories (5.7% and 1.5%, respectively). Of the total sector's 24 Mt of emissions, 22.3 Mt were composed of methane.

Figure 2. Greenhouse Gas Emission Trends in the Waste Sector by Subcategory, 1990 and 1999



Solid Waste Disposal on Land

The emissions from Solid Waste Disposal on Land were 21.9 Mt in 1999, an increase of almost 18% since 1990. Emissions are estimated for two types of landfills in Canada, municipal solid waste (MSW) landfills and wood waste (WW) landfills.

In Canada, most waste disposal on land occurs in municipally managed or privately owned landfills. Very few, if any, unmanaged waste disposal sites exist; therefore, it has been assumed that all waste is disposed of in managed facilities. Residential, institutional, commercial, industrial, construction and demolition wastes are disposed of in MSW landfills.

Wood waste landfills are privately owned and operated by forest industries, such as saw mills and pulp and paper mills. These industries use the landfills to dispose of surplus wood residue such as sawdust, wood shavings, bark and sludges.

Although emissions from MSW landfills increased by nearly 18% between 1990 and 1999, landfill gas capture increased by almost 40% since 1990 (Table 1). As a result, this practice reduced the rate of emissions growth in the early and middle 1990s. Emissions from WW landfills increased by over 20% since 1990, though they are a minor source compared to MSW landfills. Landfill gas capture is not practised at WW landfills; therefore, it has had no reduction effect on emissions from this source.

Landfill gas, which is composed mainly of methane and carbon dioxide, is produced by the anaerobic decomposition of organic wastes. The first phase of this process typically begins after waste has been in a landfill for 10 to 50 days. Although the majority of methane and carbon dioxide is generated within 20 years of landfilling, emissions can continue for 100 years or more (Levelton, 1991).

Landfill Sites in Canada

In Canada, there are well over 10,000 landfill sites[1]. The generation of methane from landfills has increased since 1990; however, more landfill gas is now being captured and combusted.

[1] Levelton, 1991.

Wastewater Handling

Emissions from wastewater handling totaled 1.4 Mt in 1999, an increase of 10% since 1990. The emissions have essentially followed the same trend as Canada's population during this period.

Municipal wastewater can be aerobically or anaerobically treated. When wastewater is treated anaerobically, methane is produced. Emissions from aerobic systems are assumed to be negligible. Both types of systems generate nitrous oxide through the nitrification and denitrification of sewage nitrogen (IPCC, 1997). Carbon dioxide is also generated by both types of treatment but, as discussed earlier, carbon dioxide emissions originating from the decomposition of food are not inventoried.

Table 1. Methane Emissions Trends from Landfills, 1990 to 1999 (Mt CO_2 eq)

	Municipal Solid Waste Landfills			Wood Waste Landfills	
Year	Generated	Captured*	Emitted	Emissions	Total Emissions
1990	21.5	4.4	17.0	1.5	18.5
1991	22.1	4.5	17.6	1.6	19.2
1992	22.7	4.7	18.0	1.6	19.6
1993	23.2	4.8	18.4	1.7	20.1
1994	23.7	5.1	18.6	1.7	20.3
1995	24.2	5.6	18.6	1.8	20.4
1996	24.7	6.1	18.6	1.8	20.4
1997	25.2	6.1	19.0	1.9	20.9
1998	25.7	6.1	19.5	1.9	21.4
1999	26.2	6.1	20.0	1.8	21.9

* 1998 and 1999 data were not available; hence, emissions were assumed constant from 1997

Waste Incineration

Emissions from both MSW and sewage sludge incineration are included in the inventory. While emissions from waste incineration were a minor source of greenhouse gases in 1999 (0.35 Mt) emissions from this category have increased by nearly 9% since 1990, the majority from MSW incineration. In common with emissions from wastewater handling, waste incineration emissions mirror the trends in population growth in Canada.

Several municipalities in Canada utilize incinerators to reduce the quantity of MSW sent to landfills and to reduce the amount of sewage sludge requiring land application. The greenhouse gas emissions from incinerators depend on factors such as: the amount of waste incinerated, the composition of the waste, the carbon content of the non-biomass waste, and the facilities' operating conditions.

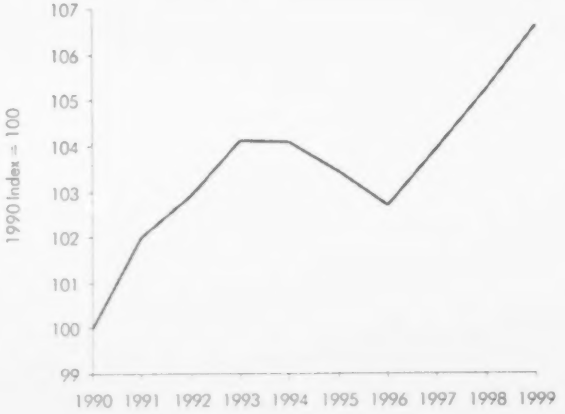
Waste Emissions Per Capita

Waste emissions per capita increased 6.6% from 1990 to 1999, primarily due to the increasing emissions from landfills (Figure 3). Growth in emissions exceeds population increases during this period because material that was landfilled in past decades is still contributing to methane production today. The decline in per capita growth in emissions observed in the mid-1990s is directly attributable to methane capture programs at landfills.

Table 2. Greenhouse Gas Emission Trends for Wastewater Treatment, 1990 to 1999 (Mt CO_2 eq)

Year	CH_4	N_2O	Total
1990	0.36	0.87	1.22
1991	0.36	0.88	1.24
1992	0.36	0.89	1.25
1993	0.37	0.90	1.27
1994	0.37	0.91	1.28
1995	0.38	0.92	1.30
1996	0.38	0.93	1.31
1997	0.39	0.94	1.33
1998	0.39	0.95	1.34
1999	0.40	0.95	1.35

Figure 3. Per Capita Greenhouse Gas Emissions Trend for Waste, 1990 to 1999



References

Environment Canada, *Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 1999: Emission and Removal Estimation Practices and Methods*, April 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; and *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1997.

Levelton, BH, Levelton & Associates, *Inventory of Methane Emissions from Landfills in Canada*, Prepared for Environment Canada, June 1991.

Statistics Canada. *Annual Demographic Statistics*, 2000, Catalogue #91-213.

Also available in this series:
Overview * Residential, Commercial & Institutional
Transportation * Electricity and Petroleum Industries
Land Use Change and Forestry * Agriculture
Industry * Waste

Also available in French

Contact:
Art Jaques, P. Eng
Chief - GHG Division, Environment Canada
351 St. Joseph Boulevard, Hull, QC, K1A 0H3
(819) 994-3098, (819) 953-3006 (fax)
ghg@ec.gc.ca

Printed in Canada using recycled paper and vegetable based inks

www.ecgc.ca/pdb/ghg/english/ehome.html

CAT: En40-238/8E-IN; ISBN: 0-662-31396-8

Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

Information sur les tendances des GES fournie par la Division des gaz provoquant l'effet de serre

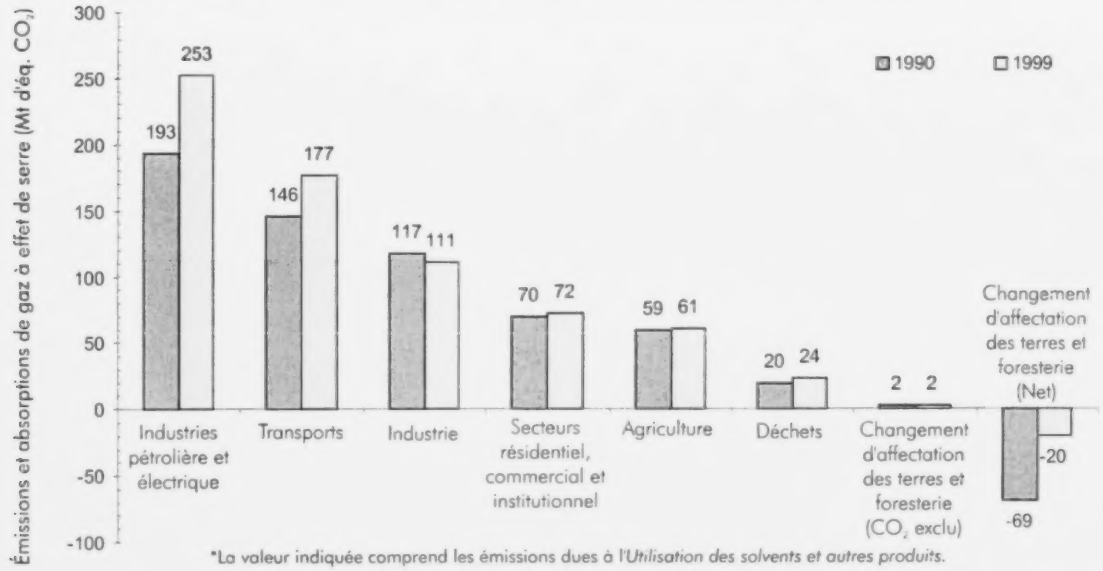
Aperçu: 1990-1999

En 1999, la population canadienne a rejeté dans l'atmosphère 699 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO_2). Cela représente une hausse de 1,4 % depuis 1998 et de 15,1 % entre 1990 et 1999. L'augmentation enregistrée depuis 1990 est toutefois en voie de ralentissement (ainsi, la croissance annuelle était de 1,4 % en 1999 contre 3,5 % en 1994). À titre de comparaison, pour la période 1990-1999, on a observé un accroissement de presque 25 % du produit intérieur brut (PIB) du Canada, pendant que la consommation totale d'énergie au pays augmentait de 13 % et la population de 10 %.

- Le dioxyde de carbone était le principal gaz à effet de serre avec 78,1 % (546 Mt) des émissions en 1999, suivi par le méthane et l'oxyde nitreux, avec 12,9 % (90 Mt) et 7,8 % (54 Mt) respectivement.
- Par secteur, les principaux responsables des émissions en 1999 sont les industries électrique et pétrolière, avec 36 % (253 Mt) du total des émissions nationales et le secteur Transports avec 25 % (177 Mt). Ces deux secteurs sont également responsables de la quasi-totalité de la croissance des émissions canadiennes depuis 1990, principalement en raison d'une hausse dans l'utilisation des combustibles fossiles pour la production d'électricité, d'une plus grande consommation d'énergie dans les transports et d'une intensification de la production de combustibles fossiles, en grande partie à des fins d'exportation.
- Dans le secteur Industrie, les émissions ont baissé de 6 % entre 1990 et 1999, malgré une hausse du PIB et de la production. Cette baisse est en grande partie imputable à la diminution des émissions associées aux procédés de fabrication d'acide adipique, ainsi qu'à une meilleure efficacité énergétique et à une substitution de combustibles. D'autres secteurs, comme les secteurs Résidentiel, Commercial et Institutionnel (RCI), Agriculture et Déchets, n'ont représenté que 8 % de la croissance totale des émissions au cours de cette période.
- Les *absorptions* nettes de dioxyde de carbone par les puits associés au secteur Changement d'affectation des terres et foresterie ont diminué de 67 % depuis 1990, se chiffrant à quelque 20 Mt en 1999, mais ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire national.

**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.*

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



**La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'Utilisation des solvents et autres produits.*

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, recensé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC), en plus de la Décision 3/C.P. 5, selon laquelle les parties visées par l'Annexe I doivent annuellement présenter pour le 15 avril leurs inventaires nationaux, d'une manière conforme aux directives de la CCNUCC sur les inventaires annuels (CCNUCC/CP/1999/7). Les estimations figurant dans les inventaires sont établies à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par des ingénieurs et du personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), les oxydes nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets.

La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite l'accès à l'information par le public.

Tendances nationales

En 1999, les émissions canadiennes de gaz à effet de serre totalisaient 699 Mt, soit 1,4 % de plus que le volume estimé pour 1998 (689 Mt) et 15,1 % de plus que les 607 Mt enregistrées en 1990. Même si les émissions sont en hausse depuis 1990, cette croissance est en voie de ralentissement (voir l'encadré). Ainsi, la croissance annuelle des émissions plafonnait à plus de 3,5 % en 1994, pour retomber à 1,4 % en 1998-1999. Durant la dernière décennie, les émissions ont augmenté plus rapidement que la population (croissance

Le croissance du produit intérieur brut (PIB) du Canada s'est accélérée pendant que ralentissait celle des émissions de gaz à effet de serre.

Année	Croissance annuelle des émissions de GES	Croissance annuelle du PIB* (%)
1994	3,5 %	4,7 %
1995	2,6 %	2,8 %
1996	2,2 %	1,5 %
1997	1,4 %	4,4 %
1998	1,1 %	3,3 %
1999	1,4 %	4,5 %

* Statistique Canada, CANSIM 9028

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre, 1990-1999 : série de fiches d'information sur les tendances

La série de fiches d'information sur l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre pour 1990-1999 discute l'évolution dans les absorptions et les émissions de gaz à effet de serre au Canada au niveau sectoriel et explique la nature, les causes et les sources des tendances. Les méthodologies employées pour faire l'évaluation quantitative des émissions et des absorptions ne figurent pas dans les fiches d'information, mais sont présentées dans le récent rapport d'Environnement Canada intitulé Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption, avril 2001, publié à l'automne 2001.

Outre la présente fiche d'information, qui brosse un aperçu national des tendances des émissions de gaz à effet de serre au Canada depuis 1990, sept secteurs ont été analysés :

1. Industries électrique et pétrolière : comprend deux secteurs :

- Production d'électricité englobe les émissions provenant de l'utilisation de combustibles;
- Industries pétrolières inclut les émissions rejetées par l'utilisation de combustibles, les émissions liées aux procédés industriels et les émissions fugitives des sous-secteurs amont (exploration, production et transport du pétrole et du gaz) et aval (raffinage des produits pétroliers et distribution du gaz naturel) de l'industrie pétrolière.

2. Transports : comprend les émissions résultant de la combustion de carburants par des sources mobiles transports routier, aérien, maritime, ferroviaire, hors route.

3. Industrie : comprend les émissions rejetées par l'utilisation de combustibles, les émissions liées aux procédés industriels et les émissions fugitives d'une grande diversité d'industries acier, automobile, produits électroniques, produits pharmaceutiques, engrais, pâtes et papiers, production alimentaire, etc.

4. Secteur Résidentiel, Commercial et Institutionnel : comprend les émissions résultant de l'utilisation de combustibles dans les sous-secteurs Résidentiel et Commercial et institutionnel.

5. Agriculture : comprend les émissions de GES imputables au bétail, à la gestion du fumier et aux sols agricoles.

6. Changement d'affectation des terres et foresterie : comprend les émissions et les absorptions de GES résultant de l'évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de la biomasse ligneuse, des feux d'origine humaine et des changements dans l'aménagement du territoire.

7. Déchets : comprend les émissions causées par l'enfouissement de déchets solides, le traitement des eaux usées et l'incinération de déchets.

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm

Tableau 1. Résumé des émissions de gaz à effet de serre du Canada par secteur, 1990 à 1999

Catégorie de source de GES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt d'équivalent CO_2									
Industries électrique et pétrolière	193	195	208	203	209	220	223	230	249	253
Transports	146	140	143	146	154	157	161	168	171	177
Industrie*	117	115	113	113	118	119	124	123	114	111
Résidentiel, commercial et institutionnel	70	69	71	74	74	74	79	76	68	72
Agriculture	59	58	58	58	60	61	61	61	61	61
CATF	2	3	3	3	4	5	2	1	3	2
Déchets	20	21	21	22	22	22	22	23	23	24
TOTAL	607	600	616	619	641	658	672	682	689	699

*Inclut les émissions provenant de l'utilisation des solvants et autres produits.

En raison d'un arrondissement des données, le cumul des valeurs individuelles ne correspond pas nécessairement pas avec exactitude aux totaux

démographique de 10 %) (Statistique Canada, 91-213) et que la consommation totale d'énergie au pays (13 %) (Statistique Canada, 57-003).

Cependant, la croissance totale des émissions demeure bien inférieure à la hausse de presque 25 % du PIB entre 1990 et 1999.

La figure 2 indique que les émissions de gaz à effet de serre par unité de PIB ont diminué entre 1990 et 1999. Ce phénomène s'explique surtout par le remplacement des combustibles fossiles dans les secteurs Industriel, Résidentiel et Commercial et par une meilleure efficacité énergétique. Les émissions de GES par habitant ont augmenté durant cette période, en raison de certains changements apportés dans divers secteurs, notamment un plus grand recours aux combustibles fossiles pour la production d'électricité, une hausse de la consommation d'énergie dans les transports et une augmentation de la production de combustibles fossiles, principalement à des fins d'exportation.

En fait, la croissance des émissions entre 1990 et 1999 est en grande partie attribuable à l'intensification des exportations pétrolières et gazières, principalement vers les États-Unis (figure 3). Durant cette période, la production énergétique totale a augmenté de 46 % et le total des exportations énergétiques de 159 %, tandis que les émissions associées aux exportations croissaient de 111 %. Le volume d'émissions résultant de toutes les activités de production et de transformation des ressources pétrolières et gazières et qui est attribuable aux exportations a plus que doublé, passant de 22 Mt en 1990 à plus de 45 Mt en 1999.

Tendances sectorielles dans les émissions et les absorptions de GES au Canada : 1990 à 1999

Industries électrique et pétrolière

- Les industries électrique et pétrolière ont rejeté en 1999 253 Mt de GES, ou 36,2 % du total national (dans cette catégorie, 47 % des émissions sont imputables à l'industrie électrique et 53 % à l'industrie pétrolière).
- Depuis 1990, les émissions ont augmenté de presque 33 %. Au niveau sectoriel, la production d'électricité a augmenté de 19 %, mais les émissions ont subi une hausse de 24 %, en raison d'un recours accru aux énergies fossiles dans la production d'électricité vers la fin des années 1990.
- Durant cette période, les émissions de l'industrie pétrolière ont augmenté de 38 %; plus précisément, elles ont crû de 52 % dans le secteur amont et diminué de 9 % dans le secteur aval. La hausse des émissions d'amont résulte d'une intensification de la production pétrolière et gazière à des fins d'exportation, tandis que le déclin des émissions d'aval est attribuable à une meilleure efficacité dans le raffinage des produits pétroliers.

Figure 2. Tendances canadiennes dans l'intensité en gaz à effet de serre du PIB et de la population, 1990 à 1999

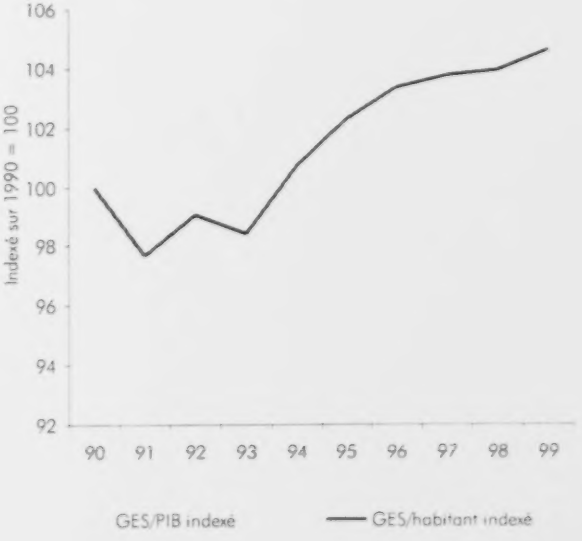
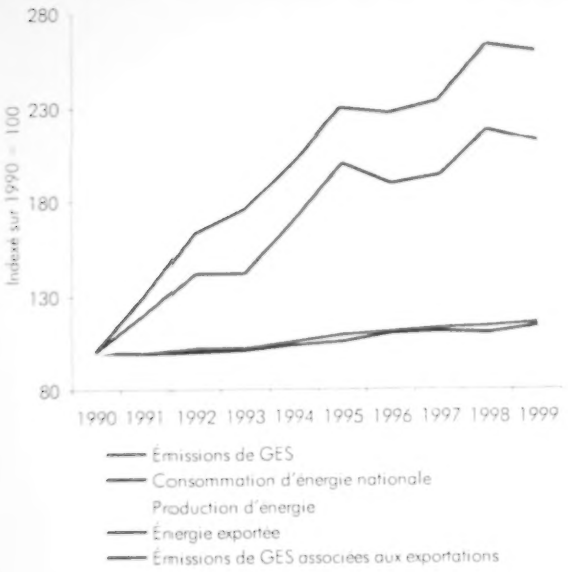


Figure 3 Tendances dans la production d'énergie, les exportations nettes et les émissions de gaz à effet de serre, 1990 à 1999



Transports

- Le secteur Transports compte parmi les principales sources d'émissions au Canada, ayant rejeté 25,3 % des émissions totales en 1999 (177 Mt).
- Les émissions ont augmenté de 21 % entre 1990 et 1999. C'est le transport routier qui a le plus contribué (73,7 %) aux émissions du secteur. La hausse des émissions est presque totalement imputable aux camions légers à essence (incluant les véhicules utilitaires sports et les minifourgonnettes), responsables de 42 % (13,0 Mt) de la croissance sectorielle et aux véhicules lourds à moteur diesel, qui représentent 40 % (12,3 Mt) de la croissance.

Industrie

- Le secteur Industrie a rejeté 15,6 % (109 Mt) du total des émissions au Canada en 1999. Ces émissions représentaient 57 % des émissions de combustion, 42 % des émissions liées aux procédés industriels et 1 % des émissions fugitives.
- Les principaux sous-secteurs sont *Autres manufacturières* et *Produits chimiques industriels* (41 % du total des émissions sectorielles, ou 45 Mt), tandis que les catégories *Fonte et raffinage* et *Acier primaire et autres opérations sidérurgiques* rejetaient ensemble 29 % des émissions.
- Les émissions de l'ensemble du secteur Industrie ont diminué de 6 % entre 1990 et 1999, malgré une hausse de la production et du PIB dans la majorité des sous-secteurs. Les baisses d'émissions résultent principalement d'une réduction de 5 Mt des émissions liées aux procédés, en grande partie grâce aux améliorations apportées à la production d'acide adipique ainsi qu'à une moindre intensité des émissions de GES, imputable à une meilleure efficacité énergétique et à la substitution de combustibles.

Secteur résidentiel, Commercial et Institutionnel (RCI)

- Les émissions du secteur RCI se chiffraient à 71,9 Mt en 1999, soit 10,3 % du total des émissions canadiennes (43 Mt pour le sous-secteur résidentiel, et 28,9 Mt pour le sous-secteur commercial et institutionnel).
- Les émissions globales ont augmenté de 3 % entre 1990 et 1999, avec des variations sous-sectorielles (déclin de 2,3 % au niveau résidentiel, mais hausse de 12,0 % dans les émissions commerciales et institutionnelles). Ces changements résultent d'une hausse de la consommation d'énergie causée par la croissance des sous-secteurs. La hausse a été partiellement contrebalancée par une meilleure efficacité énergétique du parc immobilier, par un temps plus clément et par le remplacement du mazout par le gaz naturel.

Agriculture

- En 1999, le secteur Agriculture a rejeté 60,7 Mt de gaz à effet de serre, soit 8,7 % du total canadien. Ces émissions comprenaient 69 % des émissions canadiennes d'oxyde nitreux et 25 % des émissions de méthane.
- Par catégorie, en 1999, 56 % des émissions sectorielles (33,6 Mt) étaient imputables aux sols agricoles, 29 % (17,8 Mt) à la fermentation entérique des animaux domestiques et 15 % (9,3 Mt) à la gestion du fumier.
- Alors que le total des émissions sectorielles a augmenté de 3 % entre 1990 et 1999, on a observé une hausse de 13 % dans les émissions provenant de la gestion du fumier et de 11 % pour celles causées par la fermentation entérique. Les émissions nettes de dioxyde de carbone issues des sols agricoles ont partiellement contrebalancé ces hausses, puisqu'elles sont passées de 7,3 Mt à 0,2 Mt, alors que les émissions d'oxyde nitreux des sols ont crû de 23 %.

Changement d'affectation des terres et foresterie (CATF)

- Le secteur CATF a constitué un puits net en 1999, puisqu'il a absorbé quelque 18 Mt de gaz à effet de serre atmosphériques. Cette estimation représente la somme du flux net de dioxyde de carbone et des émissions autres que le dioxyde de carbone (méthane et oxyde nitreux).
- À lui seul, le flux net de dioxyde de carbone représentait également un puits (20 Mt), mais les totaux de l'inventaire

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm

national n'incluent pas les flux de dioxyde de carbone du secteur CATF. Si c'était le cas, le total des émissions canadiennes aurait diminué de 10 % en 1990 et de 3 % en 1999. Cependant, les émissions autres que le dioxyde de carbone sont incluses dans les totaux nationaux et représentaient 2 Mt en 1999. En vertu du Protocole de Kyoto, les absorptions nettes par les puits dans le secteur CATF seront comptabilisées séparément durant la période d'engagement (2008-2012).

- Entre 1990 et 1999, le secteur CATF dans son ensemble est demeuré un puits net, malgré un déclin de 70 % (de 59 Mt à 18 Mt) dans les absorptions nettes.
- Globalement, les tendances observées dans le secteur CATF reflétaient en grande partie l'évolution de l'activité de l'industrie forestière durant la décennie.

Déchets

- Les émissions du secteur Déchets ont totalisé près de 24 Mt, soit 3,4 % du total canadien en 1999. La principale source d'émissions est l'enfouissement des déchets solides, avec 93 % des émissions sectorielles. 95 % des émissions (22,3 Mt) étaient composées de méthane.
- Depuis 1990, les émissions sectorielles ont connu une hausse de plus de 17 %, dont 95 % est imputable à l'accroissement des émissions des décharges. Même si les émissions provenant de l'enfouissement de déchets solides ont augmenté de près de 18 %, une meilleure absorption des gaz des décharges a permis d'abaisser le taux de croissance des émissions rejetées par les décharges entre le début et le milieu des années 1990.

Émissions provinciales et territoriales de gaz à effet de serre

Le tableau 2 résume les émissions provinciales et territoriales de gaz à effet de serre pour 1990 et 1999, par secteur (selon les définitions de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, ou CCNUCC). Même si les directives de la CCNUCC sur les inventaires annuels n'exigent que la communication de données au niveau national seulement, on juge important de fournir ces détails en raison des différences régionales qui existent au Canada. En outre, il faut souligner que les estimations conjuguées des émissions provinciales et territoriales ne correspondent pas exactement aux totaux nationaux, en raison de deux facteurs, soit l'arrondissement des données et la suppression de données confidentielles sur les activités au niveau provincial.

Comme l'indique clairement le tableau 2, les émissions de GES ne sont pas réparties uniformément au Canada. Des différences régionales dans des facteurs comme le climat, les ressources disponibles pour la production d'énergie et/ou l'industrie, ainsi que les régimes des déplacements, contribuent à diversifier les émissions. En 1999, les plus fortes contributions provinciales au total des émissions nationales étaient celles de l'Alberta avec 214 Mt (environ 30 % du total canadien) et de l'Ontario (28 % des émissions nationales, ou 195 Mt). Pour ce qui est de la croissance, toutes les provinces sauf Terre-Neuve et Labrador ont présenté une hausse d'émissions pour 1990-1999. C'est en Saskatchewan qu'on a enregistré la plus forte croissance, avec 31 %, tandis que l'Alberta, la Colombie-Britannique et le Nouveau-Brunswick ont connu des augmentations de 20 % à 25 %.

Pour les provinces où les émissions ont augmenté depuis 1990, leur contribution relative à la croissance du total national est illustrée à la figure 4, où l'on voit que quatre provinces sont collectivement responsables de plus de 90 % de la hausse nationale du total des émissions; plus particulièrement, l'Alberta est responsable de 48 % de la croissance totale, la contribution de la Saskatchewan et de l'Ontario est de 16 % chacune, et celle de la Colombie-Britannique, 12 %.

La présentation d'une ventilation approfondie des émissions provinciales et territoriales de gaz à effet de serre déborderait le cadre de cette fiche d'information; cependant, pour un sommaire complet des émissions provinciales et territoriales pour les années 1990 à 1999 inclusivement, il suffit de consulter le site Web d'Environnement Canada sur les *Émissions de gaz à effet de serre*, à l'adresse http:www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm.

Références

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1* et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Statistique Canada, Statistiques démographiques annuelles, 2000, n° de catalogue 91-213.

Statistique Canada, CANSIM 9028.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, n° de catalogue 57-003.

T.J. McCann and Associates *et al.*, *Fossil Fuel Energy Trade & Greenhouse Gas Emissions*, préparé pour Environnement Canada, 1997.

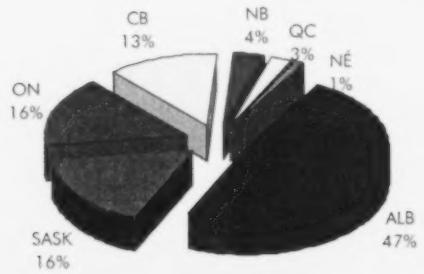
Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, *Exécution des engagements et application des autres dispositions de la Convention*, FCCC/CP/1999/7.

Tableau 2. Résumé des émissions provinciales et territoriales de gaz à effet de serre par secteur, 1990 et 1999

	TN	ÎPÉ	NÉ	NB	QC	ON	MAN	SASK	ALB	CB	TN-O et NU	YUK
						kt CO_2 equivalent						
Émissions de GES par secteur, 1990												
Énergie	8 890	1 470	17 800	14 700	59 400	136 000	12 600	34 500	143 000	42 100	1 250	486
Procédés industriels	77	3	300	150	13 000	27 000	450	590	8 800	2 800	3	1
Solvants et autres produits	9	2	14	11	110	160	17	15	38	50	1	
Agriculture	75	410	610	490	8 000	12 000	6 800	11 000	17 000	2 500		
Changement d'affectation des terres et foresterie	30	1	20	40	200	200	100	40	100	2 000	6	10
Déchets		77	590	500	5 800	7 200	420	500	1 000	3 600	14	7
Total		1 960	19 400	15 900	86 100	181 000	20 400	46 800	171 000	52 700	1 280	504
Émissions de GES par secteur, 1999												
Énergie	8 310	1 480	18 700	17 600	61 300	156 000	12 800	47 800	182 000	52 600	1 390	537
Procédés industriels	92	3	290	240	12 000	19 000	450	2 000	12 000	2 900	3	
Solvants et autres produits	8	2	14	11	110	170	17	15	45	61	1	
Agriculture	81	430	610	520	8 000	12 000	6 900	11 000	19 000	2 600		
Changement d'affectation des terres et foresterie	40	3	40	60	400	300	200	100	300	800	70	50
Déchets	430	90	690	590	6 300	8 200	590	610	1 100	4 900	18	8
Total	8 960	2 000	20 300	19 100	88 400	195 000	20 900	61 300	214 000	63 900	1 480	595
Changement absolu (kt)												
1990-1999	- 480	40	900	3 200	2 300	14 000	500	14 500	43 000	11 200	200	91
Changement relatif (%)												
1990-1999	-5 %	2 %	5 %	20 %	3 %	8 %	2 %	31 %	25 %	21 %	16 %	18 %
GES par habitant*, 1999 (tonnes/personne)	16,6	14,5	21,6	25,3	12.0	16,9	18,3	59,6	72,2	15,9	21,6	19,4
(Moyenne nationale - 22,9 tonnes/personne)												

Notes : En raison d'un arrondissement des données, le cumul des valeurs individuelles ne correspond pas nécessairement avec exactitude aux totaux (les valeurs nulles peuvent représenter des estimations trop faibles pour être indiquées).
Les émissions associées à l'utilisation des HFC, des PFC, du calcaire et de la cendre de soude sont déclarées dans le total national.
*Source des données démographiques : Statistique Canada, no de catalogue 91-213.

Figure 4. Contribution relative des provinces à la croissance absolue des émissions canadiennes entre 1990 et 1999



MB, TN-O, NU, YUK & ÎPÉ < 1%

Également disponible dans cette série

Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm

CAT: En40-238/1F-IN ISBN: 0-662-86533-2

Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

Information sur les tendances des GES fournie par la Division des gaz provoquant l'effet de serre

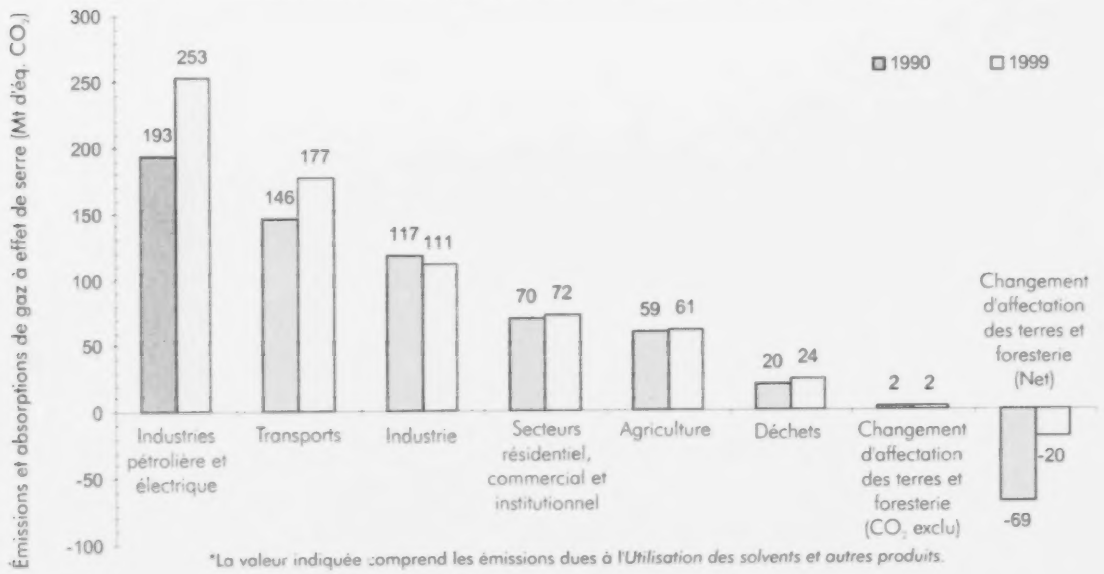
Industries électrique et pétrolière : 1990-1999

La fiche d'information sur les industries électrique et pétrolière couvre deux secteurs : le secteur de la production d'électricité et celui de l'industrie pétrolière. Le secteur de l'industrie pétrolière englobe aussi bien les émissions en amont (exploration, production et transport des produits pétroliers et gaziers) que les émissions en aval (raffinage des produits du pétrole et distribution du gaz naturel). Quant au secteur de la production d'électricité, il comprend les émissions inhérentes à la combustion associées à la production d'électricité et de vapeur à des fins commerciales ou publiques.

- En 1999, les industries électrique et pétrolière ont rejeté 253 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone* (Mt d'éq. CO_2), soit près de 37 % des émissions canadiennes de gaz à effet de serre, qui totalisaient 699 Mt. Ces émissions résultent presque à parts égales de la production pétrolière et électrique (134 Mt et 119 Mt respectivement). Au niveau subsectoriel, les émissions pétrolières d'amont représentaient la majorité des émissions de l'industrie pétrolière (113 Mt, ou 85 % du total sectoriel), alors que les émissions d'aval se chiffraient à 21 Mt en 1999.
- Entre 1990 et 1999, les émissions des industries électrique et pétrolière sont passées de 193 Mt à 253 Mt, soit une hausse de presque 33 %, supérieure au taux de croissance des émissions nationales totales (15 %). Sur le plan sectoriel, malgré une hausse de seulement 19 % dans la production d'électricité, les émissions ont augmenté de 24 % parce qu'une part plus grande de l'électricité a été produite au moyen de combustibles fossiles dans la seconde moitié de la décennie. Même si les émissions du secteur de l'industrie pétrolière ont augmenté de 38 % durant cette période, au niveau subsectoriel les émissions d'amont ont crû de 52 % alors que les émissions d'aval ont diminué de 9 %. La hausse des émissions d'amont est principalement imputable à l'accroissement de la production de pétrole et de gaz à des fins d'exportation, tandis que le déclin des émissions d'aval s'explique par une meilleure efficacité dans le raffinage des produits pétroliers.

*Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



*La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'*Utilisation des solvents et autres produits.*

Tableau 1. Évolution des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des industries électrique et pétrolière, selon la sous-catégorie, 1990 à 1999

Secteur	Code SCIAN	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
(A) Production d'électricité[1]		95,3	96,7	103,0	93,8	96,0	101,0	99,7	111,0	124,0	119,0
(B) Industrie pétrolière d'amont		74,1	75,4	82,9	86,3	90,9	97,4	100,0	97,1	103,0	113,0
Pétrole et gaz d'amont[2]	211113, 211114	62,9	63,4	68,3	71,2	75,1	80,2	82,3	79,3	85,2	95,1
Transport du gaz naturel	486, 2212	11,2	12,1	14,6	15,2	15,8	17,1	17,7	17,8	17,8	17,9
(C) Industrie pétrolière d'aval		23,4	22,3	22,6	22,9	21,9	21,9	23,2	21,9	22,0	21,3
Raffinage du pétrole[3]	324	20,7	19,5	19,7	20,1	19,0	18,9	20,2	18,8	18,8	18,1
Distribution du gaz naturel	2212	2,75	2,84	2,91	2,84	2,95	2,96	3,01	3,07	3,17	3,24
Total, industrie pétrolière (B + C)		97,5	97,8	106,0	109,0	113,0	119,0	123,0	119,0	125,0	134,0

[1] Englobe la production d'électricité et la production commerciale de vapeur aussi bien des services publics que de l'industrie.
[2] Englobe les émissions de combustion, les émissions de procédés et les émissions fugitives associées à la production classique de pétrole et de gaz.
[3] Inclut les émissions de combustion et les émissions de procédés associées au raffinage du pétrole brut.

Les industries électrique et pétrolière du Canada

Les industries électrique et pétrolière se composent de deux importants secteurs énergétiques, soit le secteur de la production de l'électricité et celui de l'industrie pétrolière. On peut subdiviser le secteur de l'industrie pétrolière en deux catégories : l'industrie pétrolière d'amont et l'industrie pétrolière d'aval.

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

Les émissions d'amont sont causées par l'exploration, la production et le transport du pétrole et du gaz naturel. Elles comprennent :

- les émissions *fugitives* (voir l'encadré) qui surviennent durant l'exploration, la production et le transport. En 1999, elles représentaient 43 % des émissions d'amont;
- les émissions liées aux *procédés* résultant de l'extraction de l'hydrogène contenu dans le gaz naturel (servant à la valorisation du mazout lourd). Elles comptaient pour seulement 2 % des émissions d'amont en 1999;
- les émissions inhérentes à la *combustion* des combustibles produits par les producteurs pour l'exploration et l'extraction de pétrole et de gaz, la mise en valeur des sables bitumineux ainsi que le transport et la distribution du gaz naturel (y compris pour l'alimentation en combustible des stations de compression). Elles représentaient en 1999 55 % des émissions d'amont.

L'industrie pétrolière d'aval inclut le raffinage des produits pétroliers et la distribution de gaz naturel. En voici les sources d'émissions :

- les émissions *fugitives* de gaz naturel provenant des opérations de distribution du gaz. Responsables en 1999 de 15 % des émissions d'aval;
- les émissions liées aux *procédés* causées par l'extraction de l'hydrogène du gaz naturel servant aux procédés de valorisation. Responsables en 1999 de seulement 5 % des émissions d'aval;
- les émissions inhérentes à la *combustion* rejetées durant le raffinage des produits pétroliers fabriqués

par l'industrie (comme le gaz naturel, le diesel et les liquides du gaz naturel) et du gaz naturel acheté. Responsables en 1999 de 80 % des émissions d'aval.

Le secteur de la production d'électricité englobe les émissions de GES provenant des centrales thermiques au Canada, que ce soit par un service public ou l'industrie privée. Une portion seulement de la production canadienne rejette des émissions de GES. En 1999, environ 26 % du total de la production (558 TWh) provenait de centrales thermiques (charbon, pétrole, gaz naturel et coke de pétrole) rejetant des GES. Le reste était issu de filières non génératrices de GES, comme l'hydroélectricité et le nucléaire, une faible portion provenant de la biomasse et de l'énergie éolienne (figure 2).

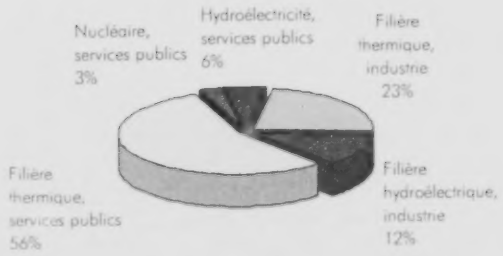
Évolution des émissions des industries électrique et pétrolière : 1990 à 1999

Les émissions des industries électrique et pétrolière ont considérablement augmenté durant la période 1990-1999. Alors que le total des émissions canadiennes a crû de 15 %, les émissions des industries électrique et pétrolière ont connu une hausse de presque 31 %, passant de 193 Mt à 253 Mt. Cette croissance a surtout touché le sous-secteur de l'industrie pétrolière d'amont et le secteur de la production d'électricité (tableau 1).

Plusieurs facteurs peuvent influencer la hausse ou la baisse des émissions :

- les changements dans la demande de production d'énergie canadienne (hausses d'émissions imputables à l'intensification des exportations de gaz naturel et de pétrole brut);
- les changements dans le type d'émissions ou dans l'efficacité énergétique des opérations de production, de raffinage ou de transport de l'énergie (p. ex., les réductions imputables à une baisse des émissions fugitives de gaz naturel s'échappant des pipelines);

Figure 2. Sources de production d'électricité au Canada, 1999


Nucléaire, services publics 3%
Hydroélectricité, services publics 6%
Filière thermique, industrie 23%
Filière thermique, services publics 56%
Filière hydroélectrique, industrie 12%

- les changements dans l'intensité carbonique du principal combustible employé pour produire, extraire ou transporter le produit énergétique fini (p. ex., les réductions découlant d'un recours accru à l'hydroélectricité).

Le secteur des industries pétrolières

Depuis 1990, les émissions du secteur amont ont connu une forte augmentation de plus de 50 %; elles sont engendrées dans une proportion de presque 80 % par les opérations d'extraction et du conditionnement du pétrole brut, des sables bitumineux et du gaz naturel, soit par combustion à des fins d'exploitation minière/d'extraction, soit par rejet d'émissions fugitives à la source de production.

Ainsi, la croissance des émissions de GES peut être directement attribuée à la hausse de la production pétrolière et gazière. La croissance des exportations pétrolières et gazières, principalement en direction des États-Unis, a considérablement contribué à la hausse des émissions entre 1990 et 1999 (figure 3). Durant cette période, les exportations pétrolières nettes ont crû de 296 % pour atteindre 955 PJ, alors que les exportations nettes de gaz ont augmenté de 137 %, totalisant 3 590 PJ (tableau 2). L'intensification des exportations de gaz naturel s'est accompagnée d'un accroissement des réseaux de transport; par conséquent, les émissions provenant des stations de compression et des autres équipements ont augmenté de presque 80 %, tout comme les émissions fugitives causées par les fuites. Pour l'ensemble des activités de production et

Figure 3. Pétrole et gaz d'amont, données indexées sur la production, les exportations et l'évolution des émissions de gaz à effet de serre

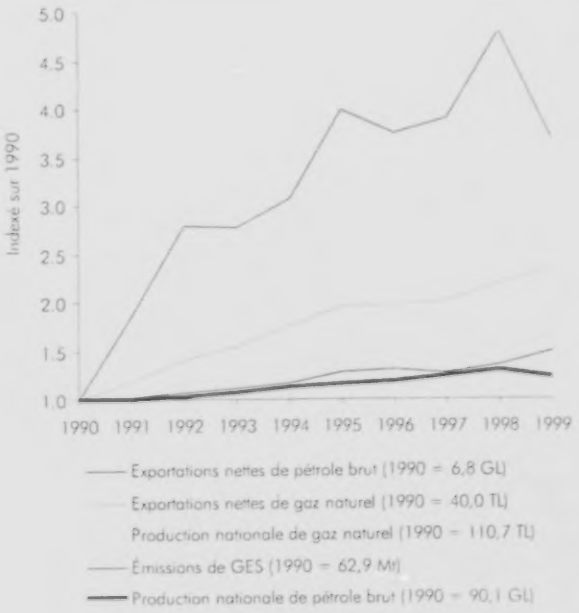

Indexé sur 1990
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Exportations nettes de pétrole brut (1990 = 6,8 GL)
Exportations nettes de gaz naturel (1990 = 40,0 TL)
Production nationale de gaz naturel (1990 = 110,7 TL)
Émissions de GES (1990 = 62,9 Mt)
Production nationale de pétrole brut (1990 = 90,1 GL)

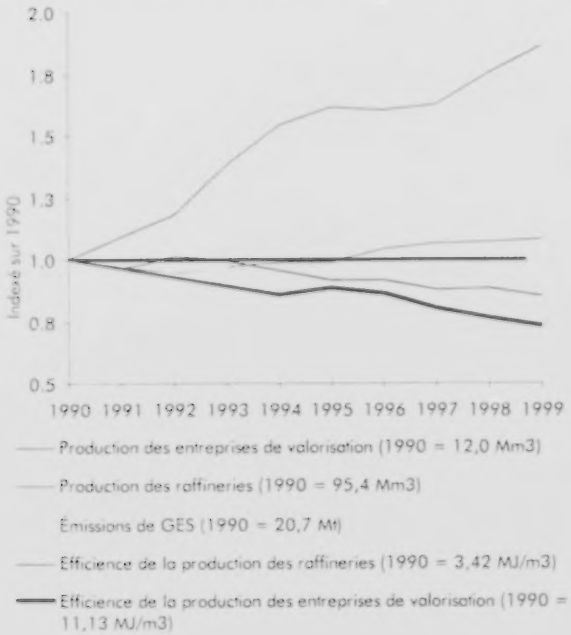
Tableau 2. Pétrole brut et gaz naturel Exportations nettes et évolution des émissions de gaz à effet de serre, 1990 à 1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Exportations nettes					PJ					
Pétrole brut	241	473	726	719	797	1 045	977	1 013	1 260	955
Gaz naturel	1 513	1 792	2 130	2 364	2 713	2 985	3 006	3 070	3 356	3 590
Émissions associées aux exportations					Mt d'éq. CO_2					
Pétrole brut	8,8	10,8	13,1	11,2	14,3	17,8	16,0	16,3	19,1	15,7
Gaz naturel	12,7	14,9	17,3	19,1	22,1	25,1	24,7	25,2	27,8	29,8
Total des émissions de l'industrie pétrolière d'amont	74,1	75,4	82,9	86,3	90,9	97,4	100,0	97,1	103,0	113,0

de transformation du pétrole et du gaz, la proportion des émissions attribuables aux exportations est passée de 22 Mt en 1990 à 45 Mt en 1999. Globalement, on enregistre une augmentation de 159 % de l'énergie totale exportée entre 1990 et 1999 et une hausse de 111 % des émissions associées aux exportations.

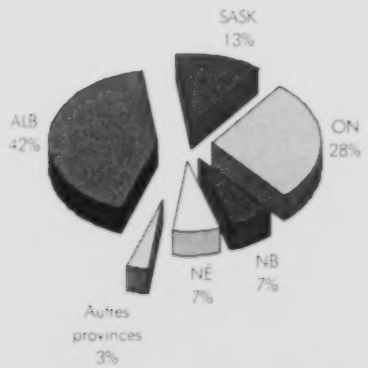
Parallèlement aux hausses de production, des améliorations d'efficacité contribuent à réduire les émissions dans l'industrie d'amont. Par production unitaire, les sables bitumineux engendraient 45 % de moins d'émissions en 1997 qu'en 1990. Par ailleurs, ces améliorations sont contrées par la nécessité croissante de maximiser l'énergie obtenue par production unitaire, particulièrement pour le pétrole brut classique, dans les réserves vieillissantes du Canada. Cette situation est vraisemblablement attribuable à l'obligation de forer toujours plus profond pour atteindre les gisements et d'éliminer des volumes d'eau toujours plus grands (Athabasca, 2000). Malheureusement, il est difficile de trouver des données permettant de mener une analyse détaillée des changements d'efficacité dans le sous-secteur.

Figure 4. Indices des raffineries de pétrole et de gaz : production, efficacité et évolution des émissions de gaz à effet


2.0
1.8
1.5
1.3
1.0
0.8
0.5
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Production des entreprises de valorisation (1990 = 12,0 Mm3)
Production des raffineries (1990 = 95,4 Mm3)
Émissions de GES (1990 = 20,7 Mt)
Efficience de la production des raffineries (1990 = 3,42 MJ/m3)
Efficience de la production des entreprises de valorisation (1990 = 11,13 MJ/m3)

Pour ce qui est de l'industrie d'aval, on y observe une tendance opposée à celle qui règne dans le secteur amont, puisque les émissions y ont diminué de 12 % depuis 1990, malgré les hausses de production du sous-secteur. La majorité des émissions du sous-secteur, soit 85 % environ, sont attribuables au raffinage du pétrole brut en produits finis, le reste étant imputable aux émissions fugitives de la distribution du gaz. La production des raffineries a augmenté de 7 % en regard de 1990. La baisse globale des émissions peut être attribuée à une meilleure efficacité des opérations de raffinage. Les besoins énergétiques par unité de production ont radicalement chuté (25 %) entre 1990 et 1999 (CIEEDAC, 2000) (figure 4).

Figure 5. Émissions de gaz à effet de serre provenant de la production d'électricité en 1999, selon la province



Secteur de la production d'électricité

Sur le plan régional au Canada, cinq provinces (Alberta, Ontario, Saskatchewan, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse) rejettent ensemble la quasi-totalité des émissions imputables à la production d'électricité, principalement à cause de leur forte dépendance envers le charbon et les autres combustibles fossiles (figure 5). Parmi ces provinces, l'Ontario et l'Alberta sont responsables de 70 % des émissions en 1999. En revanche, l'Ontario n'a généré que 27 % du total de l'électricité canadienne durant cette année et l'Alberta 10 %.

Depuis 1990, les émissions issues de la production d'électricité connaissent en général une hausse, influencée par l'accroissement de la demande et, par conséquent, de la production d'électricité. En 1999, la production d'électricité de toutes les sources avait crû de 19 %. Durant la même période, les émissions de GES ont augmenté de 24 %. L'écart de plus en plus grand entre la production d'électricité et le niveau d'émissions peut s'expliquer par l'« intensité en émissions » croissante des sources canadiennes de production. Cette intensité (masse d'éq. CO_2/kWh produit) dépend de la part relative occupée par les énergies fossiles dans le bilan général des sources de production. L'élargissement de la place occupée par les combustibles fossiles dans la production énergétique s'accompagne d'une croissance proportionnelle des émissions de GES. Ainsi, en 1999 la part relative des sources fossiles dans la production totale était d'environ 16 % supérieure à ce qu'elle était en 1990. Il en est résulté une hausse d'environ 4 % dans l'intensité en émissions. Durant cette période, les changements observés en ce qui concerne les émissions totales, l'intensité en émissions et la part relative des sources fossiles dans la production totale (c.-à-d. le ratio des combustibles fossiles) tendent à être similaires (figure 6).

Tel qu'indiqué précédemment, deux provinces (l'Alberta et l'Ontario) ont généré la majorité des émissions (70 % en 1999) à cause de leurs capacités de production relativement élevées et du rôle majeur qu'y jouent les sources fossiles. En raison de l'influence qu'elles exercent sur les tendances pancanadiennes de l'intensité des émissions, il est intéressant d'examiner de plus près la situation de ces provinces.

Ontario

Les services publics ontariens de production d'électricité exploitent les filières hydroélectricité, nucléaire, charbon, pétrole et gaz. En 1990, 78 % de l'énergie électrique était issue de sources ne rejetant pas de GES. Cette proportion a continué de croître jusqu'en 1996, avec l'élargissement de la contribution du nucléaire et de l'hydroélectricité. Vers le milieu des années 1990, la nécessité de mener des travaux d'entretien dans les centrales nucléaires y a entraîné une baisse de production que l'on a compensée en haussant la production des centrales thermiques.

Cette période présente une tendance manifeste. La

Figure 6. Indices de l'évolution de la production d'électricité : production, émissions de gaz à effet de serre et intensité, 1990 à 1999

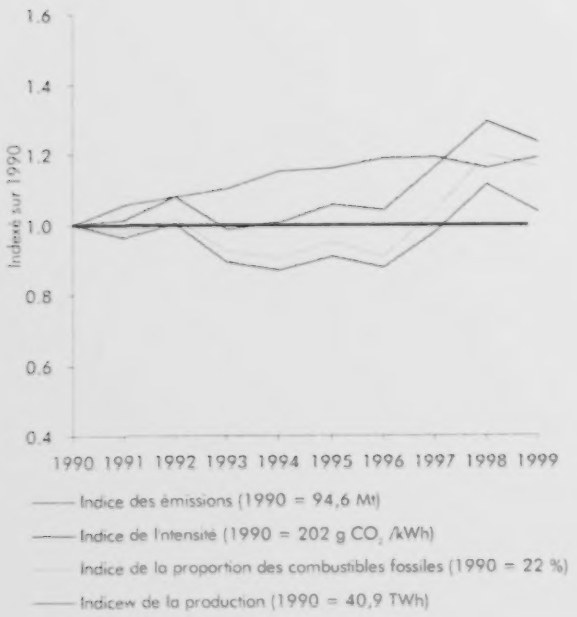
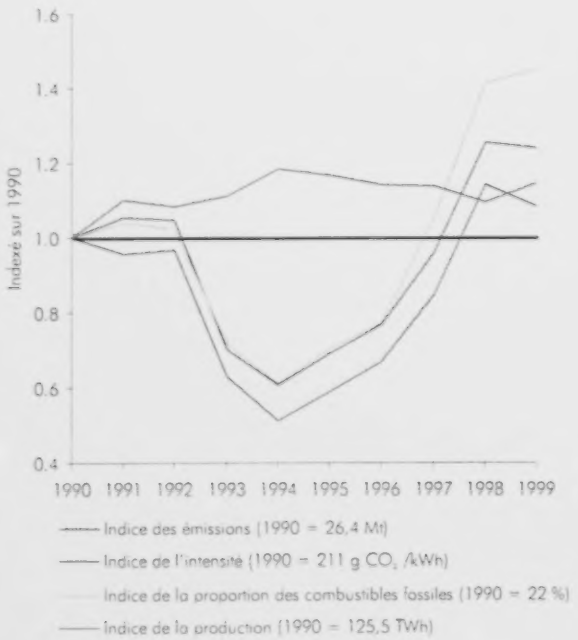

1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Indice des émissions (1990 = 94,6 Mt)
Indice de l'intensité (1990 = 202 g CO2 /kWh)
Indice de la proportion des combustibles fossiles (1990 = 22 %)
Indicew de la production (1990 = 40,9 TWh)

Figure 7. Tendances dans le secteur de l'électricité en Ontario : production, émissions de gaz à effet de serre et intensité, 1990 à 1999


1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Indice des émissions (1990 = 26,4 Mt)
Indice de l'intensité (1990 = 211 g CO2 /kWh)
Indice de la proportion des combustibles fossiles (1990 = 22 %)
Indice de la production (1990 = 125,5 TWh)

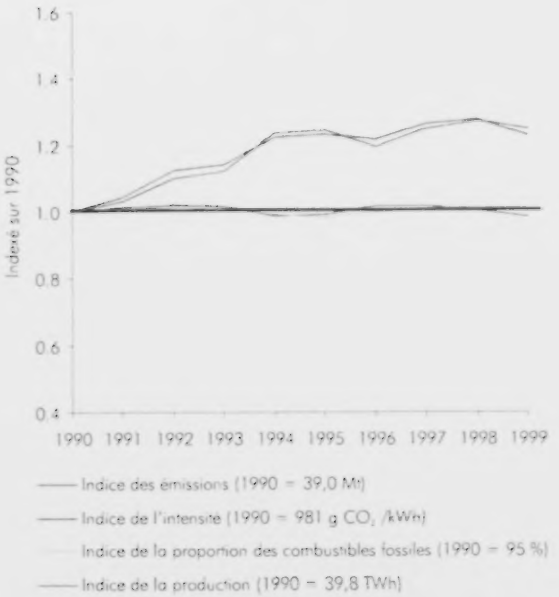
production a augmenté jusque vers le milieu des années 1990, pour plafonner avec la récession. La courbe des émissions et de l'intensité en GES suit étroitement la contribution relative des sources fossiles dans la production d'électricité (figure 7).

Alberta

Les services publics de l'Alberta exploitent essentiellement des énergies fossiles, soit le charbon et le gaz naturel. Ensemble, ces sources d'énergie ont produit environ 95 % de toute l'électricité de la province au cours de la dernière décennie. À partir de 1994, le gaz naturel a commencé à remplacer le charbon, dont la part relative est passée de 88 % à 83 %.

La période 1990-1999 présente des tendances claires. La production totale a connu une hausse d'environ 25 %, qui s'est accompagnée d'une croissance parallèle des émissions totales en raison de la dépendance envers les énergies fossiles. Le remplacement partiel du charbon par le gaz naturel a fait diminuer l'intensité des émissions durant la seconde moitié de la décennie (figure 8).

Figure 8. Tendances dans le secteur de l'électricité en Alberta : production, émissions et intensité, 1990 à 1999


1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Indice des émissions (1990 = 39,0 Mt)
Indice de l'intensité (1990 = 981 g CO2 /kWh)
Indice de la proportion des combustibles fossiles (1990 = 95 %)
Indice de la production (1990 = 39,8 TWh)

Références

Athabasca Oil Sands Developers, *Progress in Canada's Oil Sands*, p.12, 2000; tel que signalé dans le *Rapport annuel 2000* de Mesures volontaires et registre inc. du Défi-climat canadien, Ottawa.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption in Canadian Refineries and Upgraders: 1990, 1994 to 1999*, Simon Fraser University, oct. 2000.

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1* et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Statistique Canada, *Production de pétrole brut et de gaz naturel*, 1990-1999, n° de catalogue 26-006.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, 1990-1999, n° de catalogue 57-003.

Émissions fugitives

Les émissions fugitives du secteur amont des industries pétrolière et gazière sont généralement constituées de méthane (sauf pour le dioxyde de carbone rejeté dans le traitement du gaz naturel), et proviennent des sources suivantes :

- *production et traitement du gaz naturel* (y compris les rejets de CO_2 brut, les évents de gaine et la migration des gaz);
- *transport du gaz naturel;*
- *production classique de pétrole;*
- *production de mazout lourd;*
- *torchage du gaz naturel;*
- *autres sources fugitives* (mise en valeur des sables bitumineux, production de bitume brut, transport des produits liquides, valorisation du mazout lourd, forage et entretien des gisements de pétrole et de gaz, accidents et défaillances du matériel).

Également disponible dans cette série :

Industries pétrolière et électrique • Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu • Déchets • Industrie • Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm

CAT: En40-238/2F-IN; ISBN: 0-662-86534-0

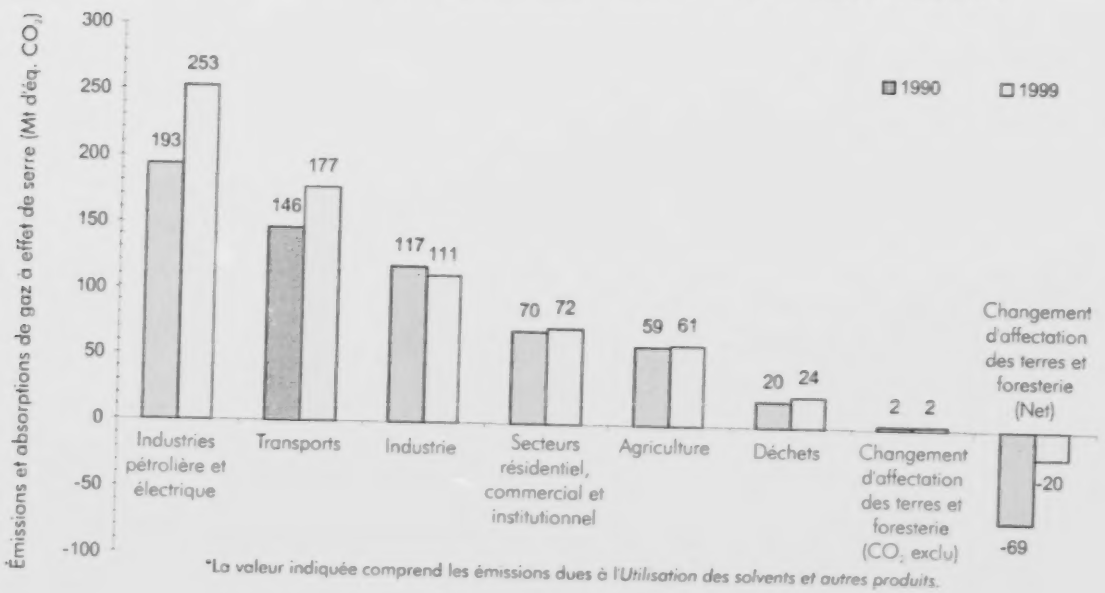
Transports : 1990-1999

Le secteur du Transport englobe l'estimation de tous les gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique résultant de la consommation de combustibles fossiles en vue de déplacer des passagers, du fret et du vrac dans tout le Canada. Cette catégorie est subdivisée en cinq sous-secteurs : transport routier, transport aérien, transport maritime, transport ferroviaire et transport tout terrain. Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) dominent le secteur, bien que les procédés de combustion produisent aussi des oxydes d'azote (N_2O) et du méthane (CH_4) (figure 2).

- En 1999, le secteur du Transport a généré 176,6 mégatonnes d'équivalent CO_2 (Mt d'éq. CO_2) de gaz à effet de serre. Il constitue donc l'une des plus grandes sources d'émissions et on lui attribue 25 % du total de 699 Mt pour l'ensemble du Canada.
- Entre 1990 et 1999, ce secteur a contribué dans une proportion de 33 % à l'accroissement de 91,4 Mt des émissions du Canada pendant cette période. En 1990, le secteur du Transport aurait produit 146,0 Mt; en 1999, ce total accusait une hausse de 21 %. La quasi-totalité de l'augmentation des émissions depuis 1990 peut être attribuée à trois sous-secteurs : celui des camions légers à essence, qui comprend les véhicules loisirs-travail et les minifourgonnettes, a contribué à la croissance du secteur dans une proportion de 42 %, ou 13,0 Mt, celui des véhicules utilitaires lourds à moteur diesel, qui a compté pour 40 %, ou 12,3 Mt, de l'augmentation et celui des véhicules tout terrain à moteur diesel, dont la contribution a été de 15 %, ou 4,4 Mt, de l'ensemble de la croissance du secteur.

**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.*

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



**La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'Utilisation des solvents et autres produits.*

Tableau 1. Tendances des émissions des véhicules au Canada, selon le sous-secteur, 1990 et 1999

Catégories de véhicules	Émissions de GES (Mt)		Écart 1990 -1999		Contribution au total de 1999	Contribution à l'accroissement de 1990 à 1999	Sous-catégorie fonctionnelle			
	1990	1999	(Mt)	(%)			Tr. Routier	Tout terrain	Passagers	Fret
Automobiles à essence	53,7	50,0	-3,7	-7 %	28 %	-12 %	•		•	
Camions légers à essence	21,7	34,7	13,0	60 %	20 %	42 %	•		•	
Véhicules utilitaires lourds à essence	3,1	5,9	2,7	89 %	3 %	9 %	•			•
Motocyclettes	0,2	0,2	0,0	3 %	0 %	0 %	•		•	
Véhicules tout terrain à essence	5,0	5,4	0,4	9 %	3 %	1 %		•		•
Automobiles à moteur diesel	0,7	0,6	-0,1	-14 %	0 %	0 %	•		•	
Camions légers à moteur diesel	0,6	0,4	-0,2	-31 %	0 %	-1 %	•			•
Véhicules utilitaires lourds à moteur diesel	24,6	36,9	12,3	50 %	21 %	40 %	•			•
Véhicules tout terrain à moteur diesel	11,3	15,7	4,4	39 %	9 %	15 %		•		•
Véhicules au propane et au gaz naturel	2,2	1,5	-0,7	-31 %	1 %	-2 %	•		•	
Transport aérien intérieur	10,7	13,6	2,9	27 %	8 %	9 %			81 %	19 %
Transport maritime intérieur	5,0	5,2	0,1	2 %	3 %	0 %			0 %	100 %
Transport ferroviaire	7,1	6,5	-0,6	-9 %	4 %	-2 %			30 %	70 %
Total partiel des véhicules	146,0	176,6	30,6	21 %	100 %	100 %				

Le secteur du Transport au Canada

Au Canada, plus de 17 millions de véhicules routiers entrent en jeu dans le cadre des activités de transport. Interviennent également les plus gros navires océaniques jusqu'aux plus petites appareils de jardinage comme les tondeuses à fil. Le secteur englobe donc une grande diversité de véhicules, mus par des carburants divers dont les propriétés changent constamment selon la saison, le lieu géographique ou la configuration particulière du véhicule. En outre, un même véhicule utilisé dans différentes conditions aura des taux d'émissions très différents. Par conséquent, il est pour le moins complexe d'établir une estimation des émissions de gaz à effet de serre pour un secteur aussi diversifié. Les méthodes employées s'appuient sur une combinaison de pratiques intégrant des protocoles d'estimation internationalement reconnus et des données sur les émissions mesurées dans le cadre d'essais de contrôle effectués aux États-Unis et au Canada. On trouvera une description complète des méthodes et des principes utilisés pour produire les estimations dans un document distinct (Environnement Canada, 2001).

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

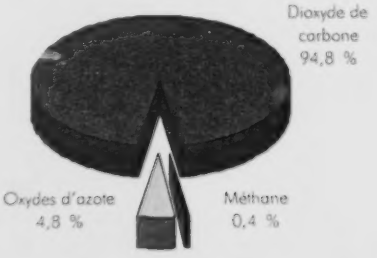
En vertu des lignes directrices et du protocole international de déclaration de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), les émissions des pipelines sont intégrées à celles du secteur du Transport (GIEC, 1997). Ces émissions sont pour la plupart issues des compresseurs ou sont des émissions fugitives résultant du transport en vrac de combustibles dans les pipelines de pétrole et de gaz naturel.

Les pipelines sont les seuls moyens de transport qui ne font pas appel à un véhicule et, aux fins de la présente série de fiches d'information, leurs émissions et leurs tendances sont présentées dans la section de l'Industrie du pétrole et du gaz naturel (voir la Fiche d'information n° 2 *Industries électrique et pétrolière : 1990 - 1999*).

Tendances générales

Les émissions des moyens de transport faisant appel à des véhicules, désignés ci-après globalement comme les Transports, ont augmenté de 21,0 %, passant de 146,0 à

Figure 2. Contribution, selon le carburant, au total des émissions de gaz à effet de serre du secteur du Transport, en 1999



176,6 Mt au cours de la période de 1990 à 1999. Sur une hausse totale des émissions de 30,6 Mt, 10,9 Mt peuvent être attribuées au transport des passagers et 19,7 Mt au transport des marchandises.

Une analyse des tendances a permis d'établir une distinction entre les différentes tendances selon l'utilisation et selon le type de véhicules. Les résultats sont présentés selon la forme et la fonction. Ainsi, les tendances par rapport aux différents types de véhicules sont décrites en fonction de la forme, et les tendances relatives à l'utilisation de ces véhicules sont indiquées selon la fonction, soit le transport des passagers ou des marchandises. De plus, la plupart des modes de transport ont des composantes passagers et marchandises, mais aux fins de l'évaluation des tendances, le transport maritime et le transport tout terrain ne sont pas considérés comme déplaçant des passagers et, par conséquent, leurs émissions sont attribuées strictement au transport des marchandises.

Tendances des émissions des Transports, selon le type de véhicule (forme)

Au Canada, les Transports peuvent être divisés en cinq sous-secteurs distincts :

- Transport aérien intérieur (80 % passagers);
- Transport ferroviaire (3 % passagers);
- Transport maritime intérieur (0 % passagers);
- Transport tout terrain (0 % passagers);
- Transport routier (67 % passagers).

Transport aérien intérieur

Le transport aérien au Canada comprend à la fois des vols intérieurs et des vols internationaux. Aux fins des calculs, seuls les carburants vendus au Canada à des transporteurs immatriculés au Canada sont déclarés dans l'inventaire. Ce principe est conforme aux lignes directrices établies régissant les combustibles de soute.

Les émissions associées au transport aérien intérieur ont augmenté de 26,8 %, tandis que l'activité totale, pendant la même période, mesurée en tonnes-kilomètres réalisées, s'est accrue de 47 % et a contribué à une réduction de 14 % de l'intensité du secteur en matière de GES.

Transport ferroviaire

Le transport ferroviaire peut se targuer d'avoir la plus faible intensité en matière de GES de tous les modes de transport. De fait, le total des émissions a diminué de 8,5 % depuis 1990, tandis que l'activité annuelle de ce sous-secteur s'est accrue de près de 20 % pendant la même période, réduisant son intensité en matière de GES de 23,5 %.

Transport maritime

Le Canada a 59 509 km de côtes (à l'exclusion des côtes des îles) en plus de la Voie navigable du Saint-Laurent, qui est l'une des plus longues voies d'eau intérieures, se prolongeant sur une distance de 3 700 km à partir du golfe du Saint-Laurent jusqu'à l'extrémité ouest du lac Supérieur.

Transport maritime intérieur

Le transport maritime intérieur, comme le transport aérien, a une composante internationale substantielle et, de la même façon, seules les émissions issues du combustible vendu au Canada aux navires immatriculés au Canada sont comptabilisées ici.

Bien que les émissions du sous-secteur aient fluctué au cours de la période, dans l'ensemble, elles ont augmenté de seulement 2,2 % entre 1990 et 1999. L'activité, cependant, en fonction du nombre de tonnes-kilomètres réalisées, affiche une baisse de près de 26 %. Tandis que l'intensité en matière de GES associée au transport maritime intérieur dépasse toutes les autres catégories sauf celle du transport ferroviaire, ces facteurs divergents contribuent à une augmentation de l'intensité du transport en matière de GES de 37 %.

Transport tout terrain

(*Remarque : en anglais, les termes non-road et off-road sont équivalents)

Ce sous-secteur inclut le gros équipement mobile utilisé pour la construction, l'exploitation minière et la coupe du bois, les véhicules récréatifs comme les motoneiges, ainsi que les appareils de jardin comme les tondeuses et les tondeuses à fil. L'estimation est faite à partir des données sur le volume de carburant vendu, auquel ne sont pas appliquées les taxes routières.

En 1999, le sous-secteur des véhicules tout terrain a contribué pour 21,2 Mt ou 3,0 % du total national, en hausse par rapport aux 16,3 Mt de 1990. Bien qu'il comprenne les véhicules à essence (motoneiges, véhicules tout terrain, etc.) et les véhicules à moteur diesel (équipement d'excavation, véhicules servant à la construction, générateurs/génératrices, etc.), 91 % de la croissance au cours de la période visée résultait d'une augmentation de 39,4 % de la composante des véhicules au diesel (11,3 à 15,7 Mt). Les émissions des véhicules tout terrain à essence ont augmenté de 8,7 %, passant de 5,0 à 5,5 Mt.

Transport routier

Les émissions de gaz à effet de serre de ce sous-secteur ayant totalisé environ 130 Mt en 1999, celui-ci a contribué pour 18,6 % aux émissions totales du Canada et pour 73 % aux émissions totales du secteur du Transport.

Parc automobile

Le Canada compte davantage d'automobiles par habitant que tout autre pays au monde, à l'exception des États-Unis, et au moins un véhicule par groupe de deux Canadiens.

Aux fins du calcul des estimations, le sous-secteur du transport routier se divise en huit sous-catégories :

1. automobiles à essence (AE);
2. automobiles à moteur diesel (AD);
3. camions légers à essence (CLE);
4. camions légers à moteur diesel (CLD);
5. véhicules utilitaires lourds à essence (VULE);
6. véhicules utilitaires lourds à moteur diesel (VULD);
7. Motocyclettes (MC);
8. véhicules à carburant de remplacement.

Les facteurs qui influent sur la quantité de gaz à effet de serre produits et émis dépendent principalement :

- du parc automobile;
- du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules;
- du taux pondéré de consommation de carburant;
- de la technologie antipollution.

Depuis 1990, chacune des huit sous-catégories a subi des changements par rapport aux facteurs mentionnés ci-dessus. Pourtant, ces facteurs, qui évoluent parfois dans des directions opposées selon les sous-catégories de véhicules, marquent des changements de préférence et d'utilisation par le conducteur de véhicule canadien (tableau 2).

Entre 1990 et 1999, le produit intérieur brut (PIB) et la population ont augmenté de 24 % et de 10 % respectivement, tandis que le nombre total de véhicules s'est accru de 12 %. Une grande partie de cette hausse a été observée dans les catégories des camions légers à essence (55 %) et des véhicules utilitaires lourds à essence (68 %) et à moteur diesel (114 %). On constate un affermissement de la tendance à l'acquisition de véhicules plus gros, à efficacité moindre, le nombre d'automobiles à essence ayant subi une baisse de 4,3 % et les automobiles à moteur diesel ayant aussi diminué de 21 %. Le fléchissement presque constant du prix du carburant, pendant la période de 1990 à 1999, pourrait avoir favorisé cette situation (figure 3).

À l'exception des camions légers à moteur diesel et des véhicules utilitaires lourds à moteur diesel, dont les véhicules-kilomètres parcourus dans les deux cas ont diminué d'environ 30 % depuis 1990, les véhicules-kilomètres parcourus dans toutes les catégories ont augmenté d'environ 8 à 12 % de 1990 à 1999.

Plus de 90 % des véhicules du Canada ont affiché une amélioration dans la consommation de carburant au cours de la période de dix ans. Depuis l'année modèle 1990, la consommation des nouvelles automobiles à essence a diminué de 11 %, tandis que celle des nouveaux camions légers à essence a baissé de 8 %.

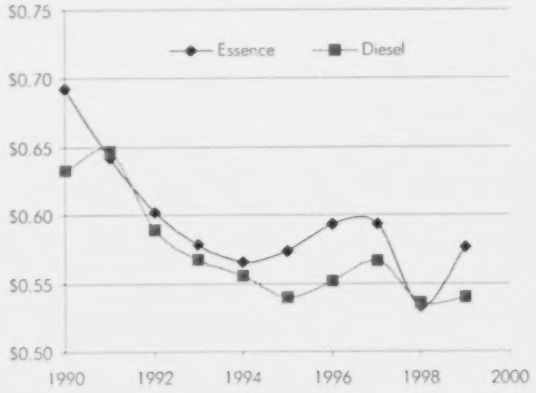
Les progrès de la technologie antipollution intégrée aux nouveaux véhicules ont été moins importants au cours des années 1990. Les gains les plus importants dans la réduction des émissions grâce à des améliorations technologiques se sont produits au cours des années 1980, quand ont été introduits l'informatisation, le système d'injection électronique et la nouvelle génération de convertisseurs catalytiques. Maintenant, ce n'est qu'à mesure que ces technologies pénètrent le marché et que les anciens véhicules en sont retirés et sont remplacés par des véhicules qui comportent des dispositifs antipollution et des systèmes de commande automatisés plus perfectionnés que les avantages de ces progrès peuvent être réalisés.

Tableau 2. Facteurs influant sur les tendances des émissions, 1990-1999

	Parc de véhicules	TPC	Véh.-km parcourus	Effet combiné	Écart depuis 1990 Mt	%
AE	-4 %	-11 %	9 %	-8 %	-3 710	-7 %
CLE	55 %	-8 %	10 %	57 %	12 951	60 %
VULE	68 %	0 %	12 %	87 %	2 747	88 %
MC	-5 %	0 %	8 %	2 %	7	3 %
AD	-21 %	0 %	9 %	-15 %	-96	-14 %
CLD	-2 %	0 %	-31 %	-32 %	-188	-32 %
VULD	114 %	0 %	-30 %	50 %	12 327	50 %

Tendances des émissions du secteur du Transport selon l'usage des véhicules (fonction)

Figure 3. Tendances des prix du carburant au Canada (en $ de 1999)



Transport des passagers

Cette catégorie fonctionnelle englobe les émissions de gaz à effet de serre attribuables à des sources mobiles utilisées principalement pour le transport des passagers. En 1999, 98,1 Mt ou 56 % du total des émissions des véhicules entraient dans cette catégorie, soit une hausse de 87,2 Mt ou 60 % par rapport au même total en 1990. Sur le plan national, plus de 14 % des émissions totales du Canada sont attribuées à cette source, et 97 % seraient produites par les automobiles à essence et les camions légers à essence, ainsi que par le volet voyageurs du transport aérien intérieur (50,9 %, 35,3 % et 11,2 %, respectivement).

Tandis que les émissions du volet voyageurs du transport aérien intérieur ont grimpé de 29,1 % et que celles des automobiles à essence ont en fait diminué de 6,9 %, la tendance générale a été fortement marquée par une hausse de près de 60 % des émissions des camions légers à essence, cette catégorie de véhicules qui comprend les véhicules loisirs-travail et les minifourgonnettes.

Transport des marchandises

En 1999, l'ensemble des sous-catégories représentant le transport de fret et de vrac a contribué pour 78,4 Mt ou 11 % au total des émissions de gaz à effet de serre du Canada, soit une hausse de 33,5 % par rapport au total de 1990 qui était de 58,7 Mt. L'augmentation de ces émissions dans le secteur du Transport a été beaucoup plus importante que la croissance démographique au cours de la même période et peut être attribuée principalement à l'utilisation accrue de ces trois types de véhicules :

1. véhicules utilitaires lourds à moteur diesel auxquels sont attribués 70 % de l'augmentation totale;

2. véhicules utilitaires lourds à essence - auxquels sont attribués 15 % de l'augmentation totale;

3. véhicules tout terrain - auxquels sont attribués 14 % de l'augmentation totale sur huit ans.

Les autres modes de transport de fret comprennent le transport maritime intérieur et le volet fret des sous-secteurs du transport aérien intérieur et du transport ferroviaire. Il est possible de séparer les émissions de ces derniers par rapport à leurs émissions totales en étudiant les données relatives aux différentes affectations de carburant au transport des personnes et des marchandises dans le cas du transport ferroviaire et aux tonnes-kilomètres voyageurs par rapport aux tonnes-kilomètres fret, déclarées par les principaux transporteurs du Canada. Les camions légers à moteur diesel ne représentent, comparativement, que 1 % des émissions de la catégorie du transport des marchandises en 1999.

Camionnage - véhicules utilitaires lourds à essence et à moteur diesel

Une partie de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre peut être directement liée aux véhicules utilitaires lourds à essence et à moteur diesel utilisés principalement pour le transport de marchandises. Il est toutefois difficile d'obtenir des données exactes et complètes pour ce mode de transport. Premièrement, les données sur la consommation de carburant, bien qu'elles s'appliquent principalement au fret, sont combinées à plusieurs autres utilisations (p. ex., autobus et véhicules de secours). Deuxièmement, on ne dispose pas de données complètes sur les expéditions de marchandises (souvent exprimées en tonnes-kilomètres) dans ce secteur. Malgré tout, les tendances des données de la plupart des grandes entreprises de camionnage contre paiement au Canada montrent de façon irréfutable que le transport de marchandises par camion a connu une augmentation substantielle et que cette activité représente la principale utilisation des véhicules utilitaires lourds à essence et à moteur diesel.

Le nombre de tonnes-kilomètres d'expédition de marchandises par camion contre rémunération au pays et au-delà des frontières au Canada a connu une croissance importante entre 1990 et 1999. Les émissions combinées des véhicules utilitaires lourds à essence et à moteur diesel ont augmenté régulièrement depuis 1992, parallèlement à la croissance des livraisons intérieures de tonnes-kilomètres par camion. Le rythme de croissance du transport des marchandises a surpassé celui des émissions de près du double, réduisant l'intensité de l'industrie en matière de GES par plus de 27 %. Ici encore, on ne dispose d'aucune indication de la valeur des marchandises expédiées et, par conséquent, de la tendance de l'intensité en matière de GES par rapport au PIB.

Transport ferroviaire

La prospérité des compagnies ferroviaires repose en grande partie sur les expéditions en vrac de charbon, de potasse, de blé et de bois d'œuvre. C'est pourquoi toute fluctuation de l'offre ou de la demande de ces produits en particulier influe sur l'activité et les émissions du transport ferroviaire. L'activité totale et, par conséquent, les émissions d'une année à l'autre dépendent des marchés étrangers et des récoltes au Canada, tout particulièrement. Le rapport de Statistique Canada, intitulé *Le transport ferroviaire au Canada*, révèle que 3 % de la consommation totale de combustible est attribuée à VIA Rail, le service voyageurs seulement. À ce titre, on suppose donc que le transport de marchandises a produit les 97 % qui restent des émissions totales du sous-secteur du transport ferroviaire.

En 1999, on a attribué au transport ferroviaire tout juste un peu moins de 8 % des émissions de gaz à effet de serre de la catégorie du transport des marchandises au Canada. Entre 1990 et 1999, les chemins de fer ont transporté près de 20 % de fret de plus en consommant moins de combustible et en produisant 8,5 % d'émissions de moins.

Transport aérien

Tableau 3. Tendances de l'intensité de la catégorie du transport des marchandises en matière de GES

			Écart depuis 1990	
	1990	1999	Absolu	Relatif
T. ferroviaire				
Émissions de GES[1]	6,9	6,3	-0,6	-8,5 %
Activité[2]	248,4	297,2	48,9	19,7 %
Intensité - GES[3]	27,8	21,2	-6,5	-23,5 %
T. aérien				
Émissions de GES[1]	2,2	2,6	0,4	17,8 %
Activité[2]	1,7	2,4	0,6	36,4 %
Intensité - GES[3]	1 274,9	1 101,0	-174,0	-13,6 %
Camionnage				
Émissions de GES[1]	27,7	42,8	15,1	54,4 %
Activité[2]	74,7	158,4	83,7	112,0 %
Intensité - GES[3]	370,4	269,9	-100,6	-27,1 %
T. maritime				
Émissions de GES[1]	5,0	5,2	0,1	2,2 %
Activité[2]	53,4	39,6	-13,8	-25,8 %
Intensité - GES[3]	94,6	130,3	35,7	37,7 %

[1] Mt d'éq. CO_2

[2] Tonnes-kilomètres d'expédition (milliards)

[3] Grammes d'éq. CO_2 par tonne-kilomètre d'expédition

Un pourcentage important et croissant du fret est acheminé par voie des airs. Les transporteurs aériens du Canada déclarent une augmentation de 50 % et de 36 % respectivement des tonnes-kilomètres voyageurs et fret réalisées, contribuant ainsi à une hausse globale de 47 % des expéditions tout en ne produisant que 27 % environ d'émissions de plus. Bien que le transport aérien de marchandises soit le moyen le moins rentable sur le plan de l'intensité en matière de GES, la tendance illustrée est positive.

De plus, bien que les niveaux d'activité du transport de voyageurs et de fret aient augmenté au cours de la période à divers degrés, les proportions demeurent à peu près les mêmes, c'est-à-dire que, par rapport au total annuel de tonnes-kilomètres déclarées par les grands transporteurs aériens du Canada depuis 1990, 20 % sont attribuées au transport des marchandises et 80 % au transport des voyageurs.

Transport maritime

Les émissions associées à la consommation de combustible aux fins du transport maritime intérieur en 1999 représentaient près de 7 % des émissions de gaz à effet de serre liées au transport de marchandises. Depuis 1990, les émissions ont augmenté de seulement 2,2 %, révélant une croissance générale faible des expéditions maritimes.

D'après les données, le transport maritime à l'intérieur du Canada a diminué de 20 % entre 1990 et 1998 (mesuré en tonnes chargées et déchargées entre des ports canadiens), tandis qu'à l'échelle internationale, il a connu une hausse de 24 %.

Glossaire

Automobiles : Cette catégorie inclut les véhicules qui sont généralement désignés par le vocable de « voitures » et comprend les automobiles à essence, les automobiles à moteur diesel et les véhicules à carburant de remplacement utilisés principalement pour le transport des passagers.

Camions légers : Cette catégorie comprend les fourgonnettes, les minifourgonnettes et les véhicules loisirs-travail ayant un poids brut maximal de 3 900 kg ou moins, conçus principalement pour le transport de marchandises légères ou dotés de fonctions spéciales comme une transmission à quatre roues motrices pour utilisation hors route. Comprend aussi bien les camions légers à essence que les camions légers à moteur diesel.

Poids brut maximal : La masse maximale autorisée d'un véhicule à pleine charge, y compris carburant, passagers, marchandises et poids de la flèche de tout véhicule remorqué. Cette valeur est définie par le fabricant et dépend de la conception du véhicule.

Tonne-kilomètre : Une expression du poids (masse) multiplié par la distance, de l'origine au point de destination, pour chaque expédition de marchandises. C'est l'unité standard de mesure de l'industrie du transport des marchandises.

Véhicules lourds : Tout véhicule d'un poids brut maximal de plus de 3 900 kg ou conçu pour transporter plus de 12 personnes en même temps. Les plus connus dans cette catégorie sont les semi-remorques, les autobus urbains et les autocars ainsi que les véhicules utilitaires comme les ambulances et les camions de pompiers, mais aussi les camions légers dont le poids brut maximal est de plus de 3 900 kg (tels que certaines camionnettes lourdes de dimensions normales et des camionnettes de travail).

Références

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990-1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1 et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Statistique Canada. *Statistiques démographiques annuelles*, 2000, n° de catalogue 91-213.

Statistique Canada, *Aviation civile canadienne*, 1990-1999, n° de catalogue 51-206-XIB.

Statistique Canada, CANSIM 9028.

Statistique Canada, *Le transport ferroviaire au Canada*, 1990-1999, n° de catalogue 52-216-XIB.

Statistique Canada, *L'indice des prix à la consommation*, n° de catalogue 62-001-XIB.

Statistique Canada, *Le camionnage au Canada*, 1990-1999, n° de catalogue 53-222-XIB.

Kochar, J., Transports Canada, communication personnelle, *Domestic Marine Shipping Activity*, août 2001.

Prix des carburants - MJ Ervin & Associates, Calgary (Alberta)

Information dans l'encadré :

http://www.nrcan.gc.ca/es/energy/truck_f.htm

Transport routier

On dénombre plus de 900 000 km de routes au Canada où le réseau routier national mesure plus de 25 000 km de long. Le Canada peut se vanter d'avoir la plus longue autoroute au monde, la route Transcanadienne, et l'un des tronçons d'autoroute les plus occupés au monde, soit la route 401 qui traverse la Région du Grand Toronto, qui n'a d'égal que l'Interstate 5, en Californie.

Également disponible dans cette série :

Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télecopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

CAT: En40-238/3F-IN; ISBN: 0-662-86535-9

Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

Information sur les tendances des GES fournie par la Division des gaz provoquant l'effet de serre

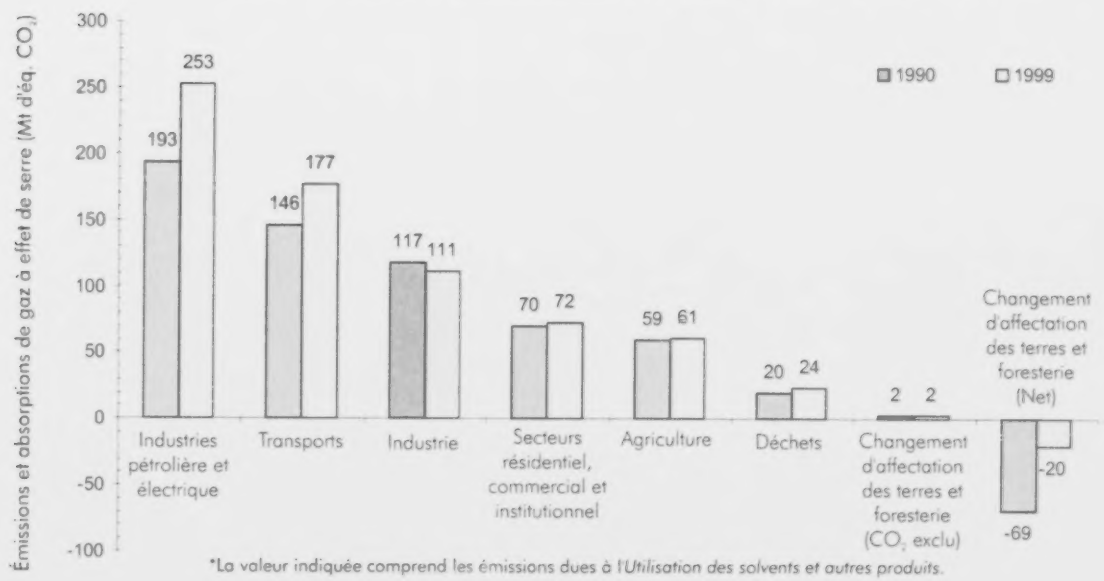
Industrie : 1990-1999

Ce secteur englobe une diversité d'industries : acier, automobile, produits électroniques, produits pharmaceutiques, engrais, pâtes et papiers, alimentation, etc. Les émissions des diverses industries manufacturières proviennent de la *combustion* de combustibles fossiles pour la production de charges calorifiques et l'approvisionnement énergétique, des *procédés industriels* causant le rejet direct de gaz à effet de serre et des rejets *fugitifs* de méthane se produisant lors de l'exploitation houillère.

- En 1999, ce secteur a rejeté 109 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone* (Mt d'éq. de CO_2) en gaz à effet de serre, soit 16 % des émissions totales canadiennes (699 Mt) pour 1999. Les émissions liées à la combustion représentaient 57 % des émissions sectorielles, et les émissions inhérentes aux procédés, 42 %. Les émissions fugitives de méthane associées à l'exploitation houillère ne formaient qu'une petite partie (1 %) du total des émissions sectorielles en 1999. Les principaux sous-secteurs sont *Autres manufactures* et *Produits chimiques industriels*, représentant 41 % (45 Mt) des émissions totales du secteur, tandis que les catégories *Fonte et raffinage* et *Acier primaire et autres opérations sidérurgiques* rejetaient 29 % d'émissions.
- Entre 1990 et 1999, les émissions du secteur ont diminué de 6 %, et la contribution du secteur au total des émissions canadiennes de gaz à effet de serre est passée de 19 % à 16 %. La baisse des émissions sectorielles est majoritairement attribuable à une réduction de 5 Mt des émissions inhérentes aux procédés, en partie grâce à une modernisation des méthodes de production d'acide adipique dans la seconde partie de la décennie. Les émissions liées à la combustion ont été ramenées de 64 Mt à 62 Mt, tandis que les émissions fugitives ont chuté de moitié (de 2 Mt à 1 Mt). Dans l'ensemble, ce secteur a connu une baisse d'émissions malgré une hausse de la production et du PIB dans la majorité de ses sous-secteurs. Cette diminution s'explique principalement par une réduction des émissions inhérentes aux procédés, ainsi que par une diminution d'intensité des émissions, rendue possible par une amélioration de l'efficacité énergétique et les carburants de remplacement.

**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.*

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



**La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'Utilisation des solvents et autres produits.*

Le secteur industriel du Canada

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'industrie ont pour cause la combustion de combustibles fossiles, les procédés industriels et les rejets fugitifs. Les émissions liées à la combustion comprennent le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et les oxydes d'azote (N_2O) qui se forment durant le brûlage des combustibles fossiles pour produire les charges thermiques. Le secteur emploie du gaz naturel, du charbon, des produits raffinés du pétrole, des liquides du gaz naturel, du coke et le gaz des fours à coke, qui contribuent tous aux émissions (figure 2). L'électricité est une importante source d'énergie, mais n'est pas comptabilisée parmi les sources d'émissions de ce secteur. Le gaz naturel et l'électricité sont les principales sources (41 % et 39 % respectivement) de l'énergie consommée en 1999.

Les émissions liées aux procédés sont attribuables aux réactions chimiques autres que la combustion et aux procédés qui libèrent du dioxyde de carbone, des oxydes d'azote, de l'hexafluorure de soufre (SF_6) et des hydrocarbures perfluorés (HPF). Quant aux émissions fugitives, il s'agit du méthane rejeté par l'exploitation houillère; elles ne constituent qu'une faible part des émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur.

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

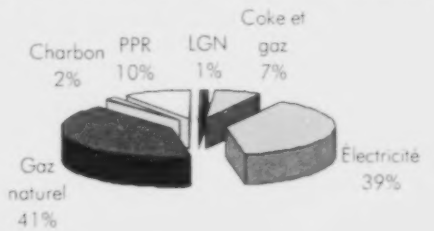
Émissions de GES résultant de la production d'électricité au GHG Emissions from Electricity Generation in Canada

Partout dans l'ICGES, l'électricité n'est comptabilisée comme une source d'émissions qu'au point de productionFor accounting purposes throughout the CGHGI, electricity is considered a source of emissions. only at the generation source. ConsequentlyLes éemissions causées par la consommation d'électricité dans le secteur Industriefrom electricity consumption within the Industry sector sont donc comptabilisées dans la fiche d'information n° 2, *Industries électrique et pétrolière : 1990-1999*.

Le secteur Industrie chapeaute huit sous-secteurs :

1. *Exploitation minière* : inclut toutes les émissions inhérentes à la combustion et toutes les émissions fugitives de l'exploitation minière, sauf l'extraction de mazout lourd (comptabilisé dans la *fiche d'information n° 2 : Industries électrique et pétrolière : 1990-1999*);
2. *Fonte et raffinage* : comprend les émissions liées aux procédés rejetées par la production d'aluminium et de magnésium, ainsi que les émissions inhérentes à la combustion;
3. *Pâtes et papiers et scieries* : émissions inhérentes à la combustion causées par la consommation d'énergie dans les usines de pâtes et papiers et les scieries;
4. *Acier primaire et autres opérations sidérurgiques* : émissions liées aux procédés résultant principalement de l'emploi du coke dans la réduction du fer et les émissions inhérentes à la combustion provenant des opérations de production de l'industrie des métaux ferreux;
5. *Ciment* : émissions inhérentes à la combustion et émissions liées aux procédés (libération de dioxyde de carbone durant la production de clinker);
6. *Produits chimiques industriels* : émissions liées aux procédés résultant de la fabrication de produits chimiques et émissions inhérentes à la combustion;
7. *Autres manufactures* : comprend les émissions de toutes les autres activités manufacturières non énumérées ci-dessus (chaux, calcaire, huiles lubrifiantes, graisses, aliments, etc.);
8. *Autres industries* : englobe les émissions des sources de combustion fixes dans l'industrie de la construction, en foresterie et en agriculture.

Figure 2. Consommation énergétique de l'industrie pour 1999



Évolution des émissions du secteur Industrie : 1990 à 1999

Pour la période 1990 à 1999, les émissions du secteur ont décliné de 6 %, passant de 117 Mt à 109 Mt. Le tableau 1 indique le total des émissions sectorielles, réparties selon les émissions inhérentes à la combustion, les émissions liées aux procédés et les émissions fugitives. Comme on le voit clairement, en raison du grand nombre d'industries composant le secteur, diverses tendances subsectorielles contribuent à la réduction globale des émissions.

Depuis 1990, les émissions liées aux procédés ont été ramenées de 51 Mt à 46 Mt, alors que les émissions inhérentes à la combustion ont légèrement baissé, de 64 Mt à 62 Mt. Cette réduction est principalement attribuable à la mise en place de techniques d'atténuation des émissions dans la production d'acide adipique, qui a permis d'abaisser de 9 Mt en trois ans les émissions liées aux procédés.

Les seules émissions fugitives proviennent de l'exploitation houillère, et elles contribuent peu au total sectoriel. Entre 1990 et 1999, les émissions fugitives sont passées de 2 Mt à 1 Mt.

L'évolution des émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur résulte de changements dans :

- la production de l'industrie;
- les combustibles utilisés pour les mêmes procédés (p. ex., conversion au profit de combustibles à moindre intensité de gaz à effet de serre);
- les procédés de production et l'efficacité des procédés (p. ex., utilisation plus efficace des combustibles ou réduction des émissions liées aux procédés);
- les émissions fugitives (p. ex., piégeage du méthane libéré dans les mines de charbon).

Dans l'ensemble, le secteur a connu une baisse des émissions malgré une hausse de la production et du PIB pour la majorité des sous-secteurs. Cette diminution est causée non seulement par des baisses dans les émissions liées aux procédés, mais aussi par l'abaissement des émissions à forte intensité de GES grâce à une conversion à des combustibles consommant moins de GES ainsi qu'à l'adoption de mesures d'efficacité énergétique. Il est difficile de chiffrer avec précision la contribution relative de ces deux facteurs (conversion de combustibles et efficacité énergétique) à l'évolution des émissions, à cause du caractère complexe et multistratifié de l'utilisation de l'énergie dans ce secteur. Les tendances observées dans l'emploi des combustibles révèlent toutefois un délaissement ou un plafonnement des combustibles à forte intensité de GES, au profit des combustibles consommant moins de GES.

Évolution des émissions selon le sous-secteur

Les tendances des émissions subsectorielles sont influencées par les changements qui se produisent dans les principales industries des sous-secteurs. Le tableau 2 illustre l'évolution enregistrée de 1990 à 1999 pour huit sous-secteurs. Seule la catégorie des Produits chimiques industriels présente une baisse marquée des émissions globales, mais on n'observe aucune augmentation subsectorielle majeure.

Même si les émissions ne présentent pas de modifications absolues qui soient immédiatement évidentes, il y a eu des changements dans des catégories particulières. Ces tendances sont discutées ci-dessous, selon le sous-secteur et la catégorie. Pour corréler l'évolution des émissions au rendement de l'industrie, on a suivi les tendances de production en se basant sur la production matérielle. Lorsqu'il n'y avait pas de données sur la production, on a employé les données de production du PIB, bien qu'il s'agisse là d'une méthode moins fiable pour mesurer le rendement*.

** La production industrielle du PIB peut s'avérer trompeuse comme indicateur de tendance, en raison des fluctuations dans les prix des marchandises des sous-secteurs de l'industrie dont ne tiennent pas compte les ajustements selon l'indice des prix à la consommation.*

Exploitation minière

Dans l'ensemble, l'industrie minière a rejeté 7 % de plus d'émissions de gaz à effet de serre en 1999 qu'en 1990; 85 % de ces émissions étaient attribuables à la combustion de

Tableau 1. Émissions de gaz à effet de serre dans le secteur Industrie, selon le type d'émissions, 1990 et 1999

Émissions de gaz à effet de serre (Mt d'éq. CO_2)	Utilisation de combustibles		Procédés industriels		Fugitives	
	1990	1999	1990	1999	1990	1999
Exploitation minière	5,0	6,3			1,9	1,1
Fonte et raffinage	3,2	3,4	12,9	12,4		
Pâtes et papiers et scieries	13,5	11,0				
Acier primaire et autres opérations sidérurgiques	6,5	7,2	7,6	8,5		
Ciment	3,7	4,0	5,9	6,3		
Produits chimiques industriels	7,1	8,5	20,6	13,8		
Autres industries manufacturières	20,5	17,6	4,1	5,2		
Autres industries	4,3	3,9				
TOTAL, secteur Industrie	63,7	61,9	51,1	46,3	1,9	1,1

Tableau 2. Émissions industrielles selon le sous-secteur, 1990 à 1999

Secteur/Code SCIAN	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt d'éq. CO_2									
Exploitation minière (212)	6,9	5,9	5,4	8,0	8,0	7,7	9,0	9,3	7,9	7,3
Fonte et raffinage (3313, 3314 & 33152)	16,1	16,2	15,6	16,3	16,9	15,5	15,4	14,8	15,3	15,9
Pâtes et papiers et scieries (322)	13,5	12,8	12,1	12,0	11,8	11,5	12,0	11,8	11,0	11,0
Acier primaire et autres opérations sidérurgiques (3311, 3312 & 33151)	14,1	15,4	15,8	15,4	15,6	15,5	15,6	15,4	15,3	15,7
Ciment (32721)	9,5	7,9	7,5	7,9	8,9	9,1	9,4	9,5	9,7	10,3
Produits chimiques industriels (3251 & 3253)	27,7	28,0	27,9	27,4	30,6	30,5	31,9	30,8	25,5	22,3
Autres industries manufacturières (Toutes les autres activités non inscrites ailleurs)	24,6	23,7	23,3	21,6	22,2	24,0	24,9	25,7	24,2	22,8
Autres industries (23, 111-114 & 1151-1153)	4,3	4,4	5,0	4,4	4,0	4,0	4,2	4,2	3,7	3,9
Industries minière et manufacturière	117	114	113	113	118	118	122	121	113	109

combustibles fossiles. Durant cette période, les émissions inhérentes à la combustion ont augmenté de 25 % et la consommation énergétique totale de 26 %; cependant, on n'a observé aucune tendance marquée au niveau de la conversion de combustibles. En outre, les émissions fugitives de méthane provenant des mines de charbon souterraines ont diminué de plus de 50 %, en raison de baisses de production.

Fonte et raffinage

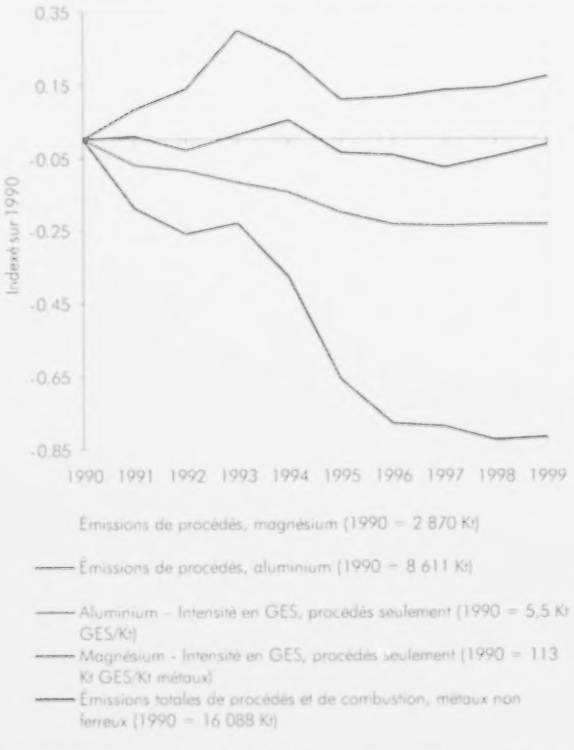
Les émissions du sous-secteur Fonte et raffinage ont diminué d'environ 1 % entre 1990 et 1999. À l'intérieur du sous-secteur, les émissions liées aux procédés causées par la fonte et le raffinage du magnésium et d'autres métaux présentent une baisse plus accentuée. Les producteurs de magnésium ont mis en place des dispositifs de régulation des procédés pour contrôler les intrants d'hexafluorure de soufre (SF_6), ce qui a permis d'abaisser les émissions de 40 % depuis 1990 malgré un doublement de la production (Ressources naturelles Canada, 2001). Par conséquent, l'intensité des émissions engendrées par la production de magnésium a diminué de 80 % (figure 3).

De 1990 à 1999, la production d'aluminium a augmenté de 53 % (Ressources naturelles Canada, 2001), mais les émissions liées aux procédés n'ont crû que de 17 %, ce qui se traduit par un déclin de 23 % dans l'intensité des émissions au cours de cette période. Les émissions liées aux procédés de production d'aluminium résultent de la formation aux anodes, durant la réduction de l'alumine en aluminium, de gaz à effet de serre à fort potentiel de réchauffement planétaire appelés hydrocarbures perfluorés (HPF) (comprenant le tétrafluorure de carbone (CF_4) et l'hexafluoroéthane (C_2F_6)). La diminution des émissions peut être attribuable à une meilleure maîtrise des effets des anodes de fusion par une surveillance électronique.

Pâtes et papiers et scieries

Les émissions de l'industrie des pâtes et papiers ont diminué de 19 % entre 1990 et 1999, alors que la production a augmenté de 27 %. Ces tendances divergentes s'expliquent par une réduction de 42 % dans l'utilisation du charbon et du mazout lourd, par une plus grande utilisation du gaz naturel et de l'électricité ainsi que par l'apport d'améliorations éconergétiques (CIEEDAC, 2000a). Par exemple, dans l'approvisionnement énergétique du sous-secteur, la part du

Figure 3. Fonte et raffinage des métaux non ferreux - Émissions et intensité de GES de la production, 1990 à 1999


0.35
0.15
-0.05
-0.25
-0.45
-0.65
-0.85
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Émissions de procédés, magnésium (1990 = 2 870 Kt)
Émissions de procédés, aluminium (1990 = 8 611 Kt)
Aluminium - Intensité en GES, procédés seulement (1990 = 5,5 Kt GES/Kt)
Magnésium - Intensité en GES, procédés seulement (1990 = 113 Kt GES/Kt métaux)
Émissions totales de procédés et de combustion, métaux non ferreux (1990 = 16 088 Kt)

gaz naturel est plus de deux fois supérieure à celle du charbon et des produits pétroliers raffinés. Alors que la demande en gaz naturel a augmenté de 15 %, celle des combustibles à plus forte intensité de GES a diminué de 40 % à 50 % depuis 1990 (Statistique Canada, n° de catalogue 57-003).

Acier primaire et autres opérations sidérurgiques

Malgré une hausse de la production de 30 % entre 1990 et 1998 dans le sous-secteur de l'acier primaire (CIEEDAC, 2000b), les émissions de gaz à effet de serre n'y ont crû que de 12 % (figure 4). Les émissions liées aux procédés et les émissions inhérentes à la combustion ont augmenté au même rythme. Les émissions liées aux procédés résultent

principalement de l'emploi du coke dans la réduction du fer, alors que les émissions inhérentes à la combustion sont toutes causées par les activités industrielles de production de métaux ferreux. Les données indiquent que la baisse d'intensité des émissions inhérentes à la combustion est attribuable à une utilisation plus efficace de l'énergie et à un emploi accru du gaz naturel, de même qu'au déclin qui s'ensuit dans la demande de produits pétroliers raffinés.

Ciment

Les émissions des cimenteries atteignaient 10 Mt en 1999, une hausse de 770 kilotonnes (kt) par rapport à 1990. L'évolution des émissions suit de près la production des cimenteries. Dans cette catégorie, 61 % des émissions totales consistent en des émissions liées aux procédés, sous forme de dioxyde de carbone libéré durant la production de clinker. Les émissions inhérentes à la combustion ont augmenté en intensité, en raison d'une conversion vers des combustibles à forte intensité de GES. L'emploi du gaz naturel a décliné durant cette période, au profit du charbon et du coke (Statistique Canada, n° de catalogue 57-003). Le total des émissions est étroitement corrélé au niveau de production, avec peu de changements dans l'intensité en GES au cours de la période (figure 5).

Produits chimiques industriels

Les émissions du sous-secteur des produits chimiques industriels sont passées de près de 28 Mt à 22 Mt entre 1990 et 1999. Environ les trois quarts des émissions sont constituées d'émissions liées aux procédés, qui ont diminué de 33 % depuis 1990.

Les réductions apportées dans les émissions d'oxydes d'azote de la production d'acide adipique (il n'existe qu'une seule usine au Canada, située en Ontario) se traduisent par un déclin de 9 Mt dans les émissions liées aux procédés de ce sous-secteur. En outre, on a observé durant cette période une hausse de 25 % des émissions liées aux procédés résultant de la production d'ammoniac. En fait, comme on le voit à la figure 6, les émissions de ce sous-secteur ont augmenté dans toutes les catégories, sauf pour la production d'acide adipique. Le PIB dans ce sous-secteur a crû de 31 % depuis 1990 (Statistique Canada, n° de catalogue 15-001). Le déclin observé dans l'intensité en GES est en bonne partie imputable à la baisse des émissions liées aux procédés dans la production d'acide adipique.

Au chapitre des sources d'énergie, le gaz naturel est le principal combustible du sous-secteur; son utilisation s'est accrue de plus de 20 %, tandis que la demande de pétrole raffiné, une source mineure, a augmenté de 10 %.

Autres manufactures

Les émissions globales du sous-secteur Autres manufactures ont diminué de 7 %, passant de 25 Mt en 1990 à 23 Mt en 1999. Les combustibles ont généré près de 80 % des

Figure 4. Émissions de gaz à effet de serre et intensité en GES, indexées pour le sous-secteur Acier primaire et autres opérations sidérurgiques, 1990 à 1999

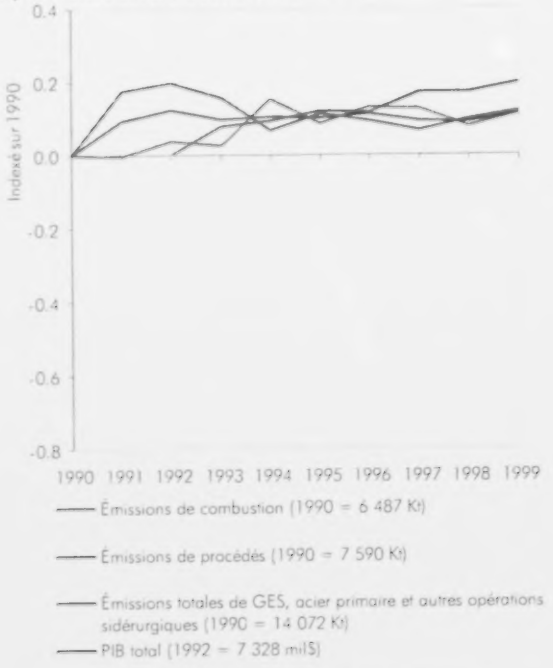

0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Émissions de combustion (1990 = 6 487 Kt)
Émissions de procédés (1990 = 7 590 Kt)
Émissions totales de GES, acier primaire et autres opérations sidérurgiques (1990 = 14 072 Kt)
PIB total (1992 = 7 328 mil$)
GES/PIB (Kt GES/millions$PIB – indexé sur 1992)

Figure 5. Émissions et intensité en GES indexées pour la production de ciment, 1990 à 1999

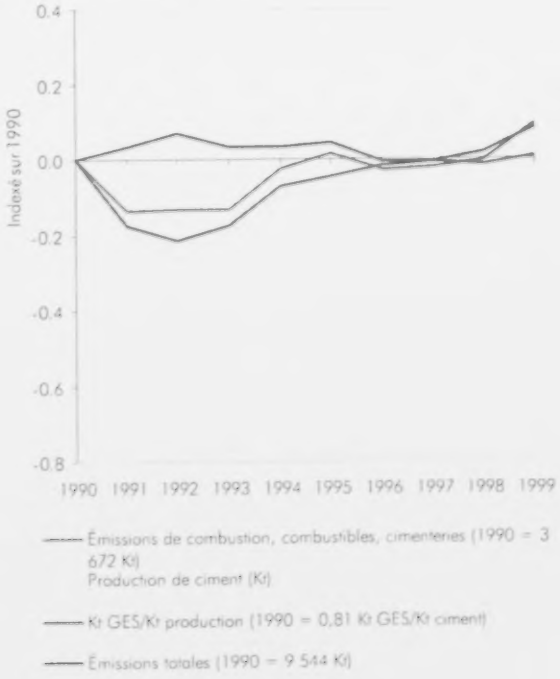
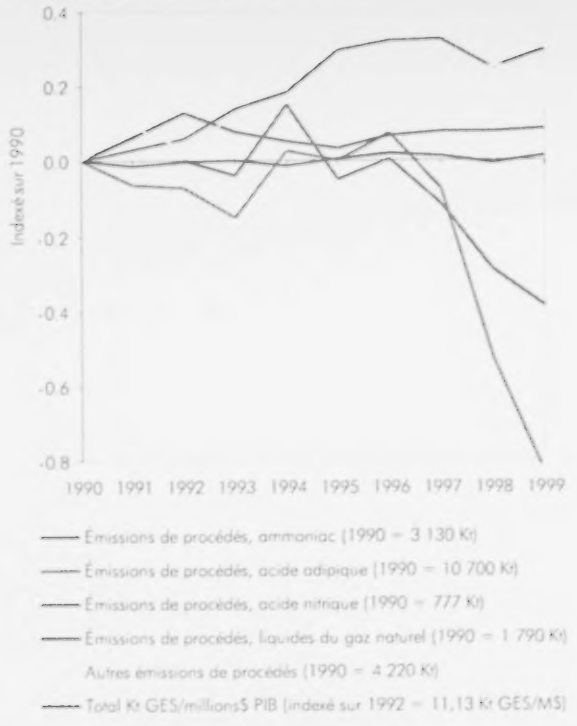


Figure 6. Produits chimiques industriels Émissions et intensité en GES indexées du PIB, 1990 à 1999


0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
Indexé sur 1990
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999
Émissions de procédés, ammoniac (1990 = 3 130 Kt)
Émissions de procédés, acide adipique (1990 = 10 700 Kt)
Émissions de procédés, acide nitrique (1990 = 777 Kt)
Émissions de procédés, liquides du gaz naturel (1990 = 1 790 Kt)
Autres émissions de procédés (1990 = 4 220 Kt)
Total Kt GES/millions$ PIB (indexé sur 1992 = 11,13 Kt GES/M$)

émissions subsectorielles; ces émissions ont subi depuis 1990 une diminution de 14 % qui pourrait s'expliquer par une conversion des combustibles et par une baisse d'activité. Ainsi, l'emploi du gaz naturel a chuté de plus de 10 % depuis 1990 dans ce sous-secteur, qui dépend fortement de cette source d'énergie. Le recours au charbon et au coke a augmenté, mais est retombé sous les niveaux de 1990 durant la seconde partie de la décennie. L'utilisation des produits pétroliers raffinés et des liquides du gaz naturel a décliné d'environ 20 %, tandis que la consommation d'électricité a crû de plus de 10 % (Statistique Canada, n° de catalogue 57-003).

Autres industries

En 1999, les sources de combustion fixes du sous-secteur Autres industries (qui englobe les catégories construction, agriculture et foresterie) ont généré 3,9 Mt de gaz à effet de serre, une baisse de 434 kt en regard de 1990.

Utilisation de solvants et d'autres produits

Tout en ne constituant que 0,2 % (1,4 Mt) du total canadien des émissions de GES pour 1999, les émissions de ce secteur ont plus que triplé depuis 1990 (de près de 1 Mt). L'utilisation des HFC et des HPF comme substituts aux substances appauvrissant la couche d'ozone (dans les industries des semi-conducteurs et de l'électronique, dans la fabrication/l'utilisation d'appareils de réfrigération et de climatisation, pour les bombes aérosols, etc.) représentait 53 % des émissions totales de cette catégorie en 1995, mais 67 % en 1999. L'emploi d'oxydes d'azote comme anesthésiques et comme propulseurs engendre des émissions qui ont augmenté de 10 % depuis 1990.

Références

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Aluminum Industries 1990 to 1999*, octobre 2001.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Pulp and Paper Industries 1990 to 1998*, 2000a.

CIEEDAC, *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Steel Industries 1990 to 1998*, 2000b.

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1* et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Ressources naturelles Canada, Articles sur divers produits minéraux et métalliques, *Annuaire des minéraux du Canada : Aperçu et perspectives*, 2001.

Statistique Canada, *Produit intérieur brut par industrie*, 1990-1999, n° de catalogue 15-001.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, 1990-1999, n° de catalogue 57-003.

Industrie pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Art Jaques, Ing
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

CAT: En40-238/4F-IN ISBN: 0-662-86536-7

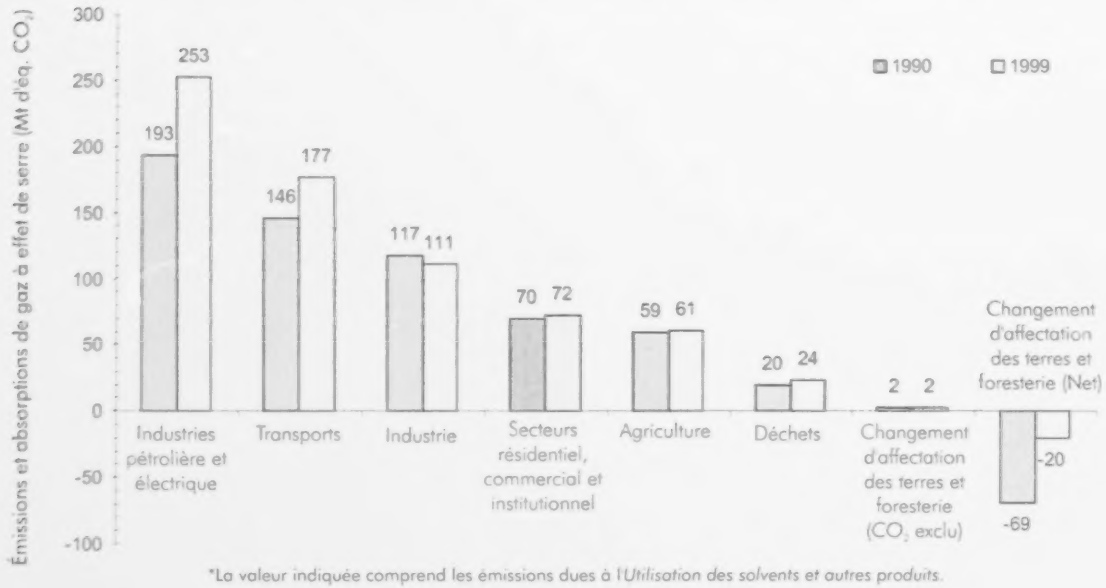
Secteur résidentiel, commercial et institutionnel : 1990-1999

Le secteur résidentiel, commercial et institutionnel (RCI) de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre comprend les émissions provenant des combustibles employés pour chauffer et climatiser* les immeubles (en excluant la consommation d'électricité) et pour chauffer l'eau.

- En 1999, ce secteur était responsable d'un peu plus de 10 % des émissions canadiennes de gaz à effet de serre, qui totalisaient 699 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone** (Mt d'éq. CO_2). Les émissions globales de ce secteur se chiffraient à 71,9 Mt en 1999, soit 43 Mt pour le sous-secteur résidentiel et 28,9 Mt pour le sous-secteur commercial et institutionnel.
- Entre 1990 et 1999, l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre ont augmenté, partant d'un seuil de 69,8 Mt. Le sous-secteur résidentiel a connu une baisse de 2,3 %,et le sous-secteur commercial et institutionnel une augmentation de 12,0 %. Ces changements peuvent être attribués aux facteurs suivants :
  - *la consommation d'énergie*. Les deux sous-secteurs ont connu une croissance qui a fait augmenter la consommation d'énergie. Cependant, cette hausse a été compensée par des facteurs atténuants, dont l'amélioration éconergétique du parc immobilier et du temps plus chaud;
  - *le remplacement du mazout par le gaz naturel*, qui est un combustible de moindre intensité carbonique.

*Les systèmes de climatisation alimentés au gaz représentent une faible source potentielle de gaz à effet de serre.
**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



*La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'*Utilisation des solvents et autres produits*.

Le secteur RCI du Canada

Ce secteur englobe des bâtiments aux vocations très diversifiées, depuis les habitations unifamiliales isolées et les immeubles d'appartements jusqu'aux centres de commerce de détail, aux immeubles à bureaux et aux bâtiments institutionnels servant à diverses fins (affaires, industrie, gouvernement, finances, éducation, santé, entreposage, loisirs, services sociaux). Il ne comprend pas les bâtiments servant à l'industrie manufacturière, à l'industrie minière ou à l'industrie de la construction (ces bâtiments sont inclus dans la *Fiche d'information n° 4 - Industrie : 1990-1999*).

Dans ce secteur, les émissions sont attribuables au chauffage ou à la climatisation de l'intérieur des bâtiments (qu'on appelle conditionnement de l'espace) et au chauffage de l'eau. Ce sont là également des activités fort énergivores dans l'exploitation des immeubles. En 1999, le conditionnement de l'espace et le chauffage de l'eau accaparaient environ 82 % de la demande totale d'énergie dans le sous-secteur résidentiel, et quelque 65 % dans le sous-secteur commercial (Ressources naturelles Canada, 2001).

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

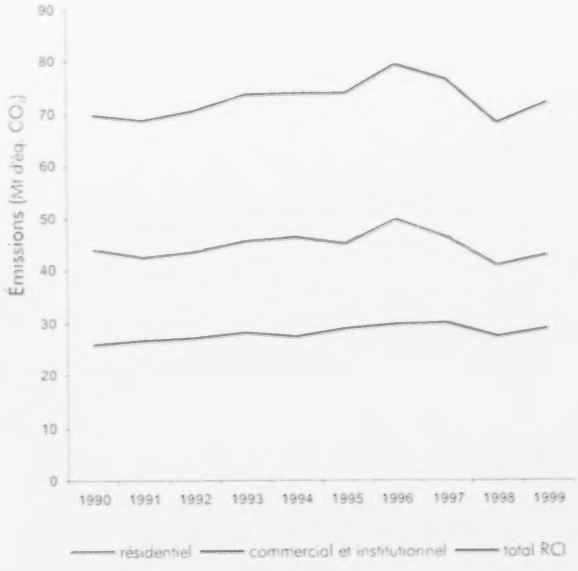
Le secteur RCI est responsable des émissions de gaz à effet de serre provenant de tous les combustibles fossiles utilisés dans les immeubles. Les émissions de méthane et des oxydes d'azote résultant de la combustion de bois de foyer pour le chauffage intérieur jouent également un rôle mineur. Globalement, le secteur contribue peu aux émissions nationales, soit un peu plus de 10 % en 1999 (6 % pour le chauffage résidentiel, et 4 % pour le sous-secteur commercial et institutionnel).

Tendances des émissions du secteur RCI : 1990 à 1999

Durant la période 1990-1999, le niveau des émissions du secteur est demeuré relativement stable. Les émissions ont baissé de plus de 2 % dans le sous-secteur résidentiel, mais augmenté de plus de 12 % au niveau commercial et résidentiel. Pour comprendre ces tendances, il est important d'examiner les facteurs qui influencent l'utilisation des combustibles et, par conséquent, les émissions.

La figure 2 illustre la tendance des émissions pour la période 1990-1999, dans le sous-secteur résidentiel et le sous-secteur commercial et institutionnel.

Figure 2. Tendances des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur RCI, 1990 à 1999



Le secteur RCI et les émissions attribuables à la production d'électricité

Pour ce qui est de la production d'électricité, l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre ne comptabilise que les émissions rejetées au lieu de génération. La demande d'électricité dans le secteur RCI, que ce soit pour le chauffage des bâtiments ou d'autres fins, est indiquée dans la *Fiche d'information n° 2 - Industries électrique et pétrolière : 1990-1999*.

Quatre grands facteurs peuvent influencer les tendances des émissions :

1. l'activité immobilière dans le secteur (p. ex., la croissance ou la diminution de la superficie chauffée/climatisée);
2. les changements dans l'efficacité de la consommation énergétique;
3. les changements météorologiques (qui entraînent une hausse ou une baisse de la quantité de combustible nécessaire pour le chauffage ou la climatisation);
4. la substitution de combustibles à intensités carboniques différentes.

Croissance de l'activité résidentielle et commerciale

Les sous-secteurs résidentiel, commercial et institutionnel ont tous connu une forte hausse d'activité entre 1990 et 1999, qui a entraîné la création d'environ 247 millions de mètres carrés d'espace résidentiel et de 74 millions de mètres carrés d'espace commercial (Ressources naturelles Canada, 2001). Abstraction faite des autres influences, cette croissance peut avoir exercé l'effet le plus marqué sur la consommation d'énergie, en faisant potentiellement croître la demande énergétique de 377 PJ, ou 17 %, par rapport à 1990. Cependant, cet impact potentiel a été contrebalancé par d'autres facteurs décrits ci-dessous.

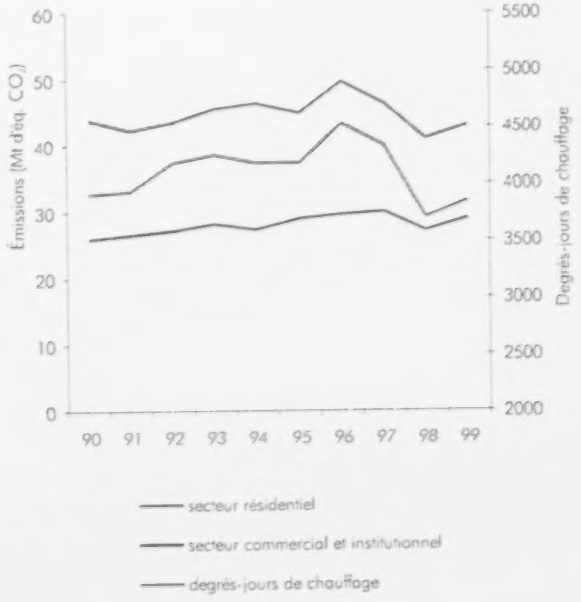
Amélioration de l'efficacité énergétique

L'amélioration éconergétique des bâtiments (p. ex., meilleure isolation, installation de chaudières à haut rendement) a exercé le principal effet modérateur sur la demande globale d'énergie durant la période. Dans le sous-secteur résidentiel, on estime que l'accroissement du rendement énergétique a tempéré d'au moins 75 % la hausse potentielle de consommation d'énergie pour le chauffage des bâtiments (Ressources naturelles Canada, 2001). En ce qui concerne le sous-secteur commercial et institutionnel, ce facteur a diminué d'environ 10 % la hausse potentielle de la consommation énergétique globale. Les améliorations éconergétiques jouent donc un rôle important dans l'atténuation de la croissance des émissions de gaz à effet de serre.

Météorologie

L'autre facteur influençant la consommation d'énergie et, par conséquent, les tendances des émissions, se sont les conditions météorologiques. La figure 3 trace un parallèle entre les tendances des émissions dans le secteur RCI et les degrés-jours de chauffage. On y constate manifestement une correspondance générale des tendances, particulièrement dans le sous-secteur résidentiel.

Figure 3. Tendances dans le sous-secteur RCI par rapport aux degrés-jours de chauffage, 1990 à 1999



En 1999, les degrés-jours de chauffage présentaient une baisse de 1,5 % en regard de 1990 (Statistique Canada, 57-003). Les émissions du sous-secteur résidentiel étaient de 2,3 % inférieures, tandis qu'on observait une augmentation de 12 % dans le sous-secteur commercial et institutionnel, qui est moins susceptible d'être influencé par les degrés-jours de chauffage en raison de la généralisation des systèmes de

climatisation par absorption alimentés au gaz. Lors des années plus clémentes, où l'on dénombre moins de degrés-jours de chauffage, la baisse de consommation énergétique servant au chauffage est compensée par la hausse probable des besoins de climatisation qu'entraîne l'augmentation du nombre de degrés-jours de climatisation.

Remplacement de combustibles

Le remplacement des combustibles à forte intensité carbonique par des produits de substitution peut abaisser les émissions de gaz à effet de serre. C'est la tendance qu'on a observée dans le secteur RCI. Le tableau 1 compare les tendances dans l'utilisation de tous les types de combustibles pour le secteur RCI, pour les années 1990 et 1999.

Depuis dix ans, on observe une tendance marquée concernant le remplacement du mazout par le gaz naturel dans le secteur RCI. L'électricité et le propane ont maintenu leurs parts relatives dans la consommation d'énergie, mais la contribution du gaz naturel a augmenté de 4 % et celle du mazout a subi une baisse correspondante. Le gaz naturel présente une intensité carbonique de 25 % inférieure à celle du mazout, ce qui explique les tendances dans la réduction des émissions.

Références

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1* et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Ressources naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique : *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 1999 Mise à jour : Examen des indicateurs de consommation d'énergie, d'efficacité énergétique et d'émissions*, juillet 2001.

Statistique Canada, *Bulletin trimestriel, disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, n° de catalogue 57-003*.

Glossaire

Degrés-jours de chauffage Indicateur des charges calorifiques d'hiver. La somme annuelle des degrés des températures quotidiennes moyennes pour toutes les journées où la température est inférieure à 18 C.

Degrés-jours de climatisation Indicateur des charges de refroidissement d'été. La somme annuelle des degrés des températures quotidiennes moyennes pour toutes les journées où la température est supérieure à 18 C.

Intensité carbonique Proportion de carbone moléculaire par rapport au contenu énergétique d'un combustible. Comme la quasi-totalité du carbone est libérée sous forme de gaz lors du brûlage des combustibles, les combustibles à forte intensité carbonique produisent davantage de CO_2 par unité de chauffage que les combustibles de moindre intensité carbonique.

Tableau 1. Tendances dans l'utilisation des combustibles pour le secteur RCI : 1990 et 1999.

	1990		1999	
Combustible	Énergie (PJ)	Contribution	Énergie (PJ)	Contribution
Gaz naturel	915,5	44 %	1 054,4	48 %
Propane	35,9	2 %	44,8	2 %
Électricité	857,5	41 %	915,9	41 %
Mazout	259,7	13 %	195,0	9 %
TOTAL	2 258,4	100 %	2 210,0	100 %

Également disponible dans cette série :

Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

CAT: En40-238/5F-IN; ISBN: 0-662-86537-5

Changement d'affectation des terres et foresterie : 1990 1999

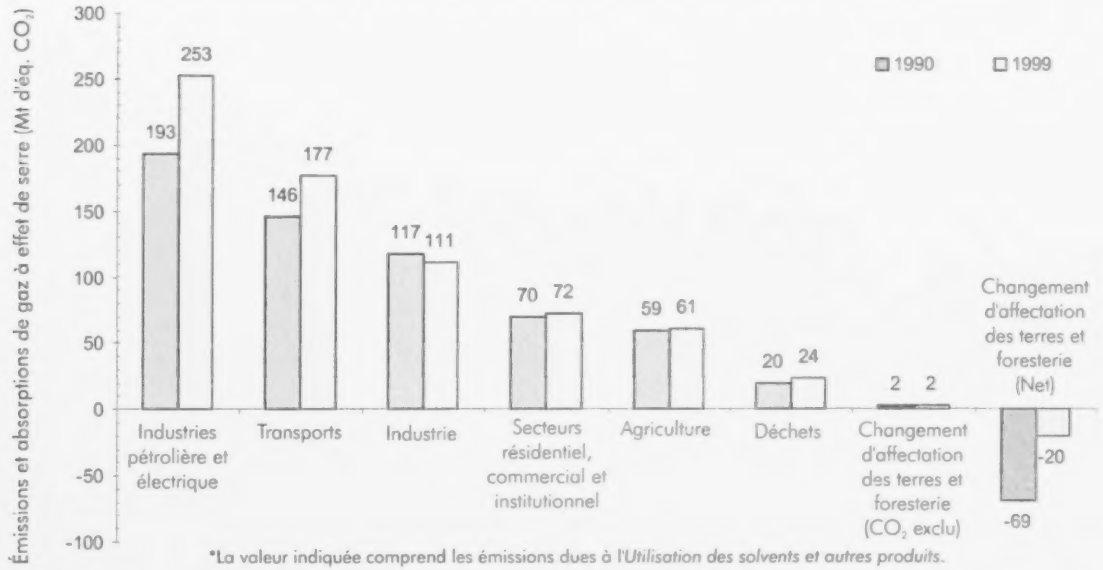
Le secteur du Changement d'affectation des terres et foresterie (CATF) de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre comprend la contribution aux émissions et aux absorptions de gaz à effet de serre des activités d'aménagement forestier, des feux d'origine humaine et des changements d'affectation des terres.

Compte tenu des 200 millions d'hectares de terres aménagées au Canada, il est évident que l'affectation des terres et les pratiques qui y sont associées représentent une composante importante du mode de vie des Canadiens.

- En 1999, le secteur du CATF du Canada a permis d'absorber environ 18 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO_2) de l'atmosphère. Le gaz à effet de serre dominant est le dioxyde de carbone (CO_2) et on compte aussi de petites quantités de méthane (CH_4) et d'oxydes d'azote (N_2O). Selon les lignes directrices actuelles du GIEC (GIEC, 1997), les flux de dioxyde de carbone dans le secteur du CATF sont exclus des totaux de l'Inventaire canadien. Les émissions de méthane et d'oxydes d'azote dans le secteur du CATF, bien qu'ils fassent partie des totaux nationaux, représentent environ 0,3 % (2Mt) du total des émissions nationales (699 Mt) en 1999.
- Entre 1990 et 1999, le secteur du CATF, calculé comme la somme du flux net de dioxyde de carbone et des émissions de gaz autres que le CO_2, est demeuré un puits net. Selon la tendance générale, on observe une diminution de 70 % de l'absorption nette, qui est passée de 59 Mt en 1990 à 18 Mt en 1999. Si l'on exclut les émissions de méthane et d'oxydes d'azote, le flux net de dioxyde de carbone à lui seul représente un puits, ayant diminué de 67 %, soit de 61 Mt en 1990 à 20 Mt en 1999. Si les absorptions nettes de dioxyde de carbone du secteur du CATF faisaient partie du total national, il en résulterait une réduction des émissions canadiennes totales de 10 % en 1990, et de 3 % en 1999. Si l'on tient compte du stockage du carbone dans les produits du bois récoltés, la baisse de l'absorption nette de dioxyde de carbone est beaucoup moins importante, soit entre 55 % et 14 %, selon la méthode de calcul privilégiée. Dans l'ensemble, les tendances observées dans le secteur du CATF reflètent amplement les niveaux changeants de l'activité forestière industrielle pendant les années 1990.

**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.*

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



**La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'Utilisation des solvents et autres produits.*

Secteur du CATF du Canada

Le secteur du CATF, ainsi que les sols agricoles, sont différents des autres secteurs, puisqu'ils incluent à la fois les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre de l'atmosphère.

Les gaz à effet de serre sont émis dans l'atmosphère lors de la décomposition ou de la combustion des matières organiques vivantes ou mortes. Ils sont absorbés par la végétation au cours du processus de photosynthèse et stockés dans la biomasse et les sols. Les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre sont de grands flux résultants de processus infimes dispersés sur un vaste territoire. Les changements apportés aux pratiques d'affectation des terres modifient l'ampleur et le rythme de ces échanges naturels de gaz à effet de serre entre le paysage terrestre et l'atmosphère, aussi bien dans le présent qu'au cours de longues périodes. Arriver à comprendre et mesurer les composantes de ces flux naturels qui sont dus à l'intervention humaine représentent des enjeux scientifiques et de comptabilisation uniques.

La préparation de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre pour le secteur du CATF respecte étroitement les lignes directrices du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997). Ainsi, l'Inventaire répartit les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère selon les sources et leur absorption selon les puits du secteur du CATF dans les cinq catégories suivantes :

1. Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse
2. Conversion des forêts et des pâturages
3. Abandon des terres exploitées
4. Émissions et absorptions de dioxyde de carbone par les sols
5. Autres

Aux fins de la description des tendances des émissions et des absorptions du secteur CATF au Canada, les cinq catégories sont regroupées sous trois rubriques dans la présente fiche d'information : Aménagement des forêts (correspondant à la catégorie 1 de la présente section), changements d'affectation des terres (catégories 2 à 4) et feux de forêt (catégorie 5).

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

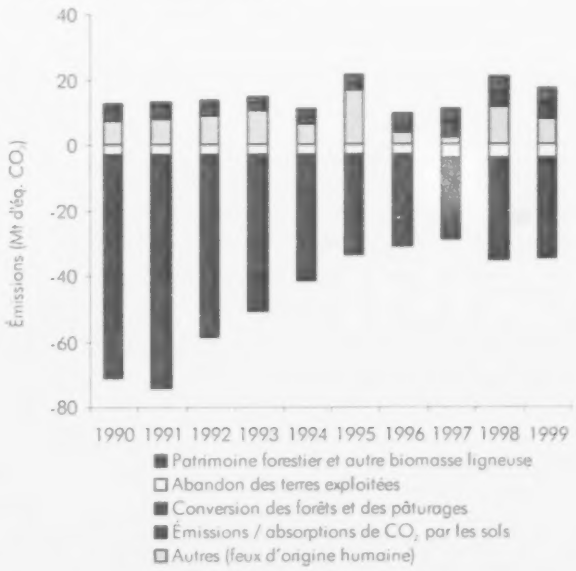
L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

Tendances des émissions et des absorptions dans le secteur du CATF : 1990 à 1999

Parmi les cinq catégories du secteur du CATF, la plus grande et celle qui a la plus forte influence sur le total des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre correspond à l'Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse (figure 2). En général, elle représente plus de 87 % de toutes les absorptions de dioxyde de carbone dans le secteur du CATF et elle affiche une tendance semblable à la tendance générale du secteur, les puits ayant diminué de 55 % entre 1990 et 1999.

Figure 2. Émissions et absorptions du secteur du CATF, par catégorie, entre 1990 et 1999



Aménagement des forêts

Quelle forêt?

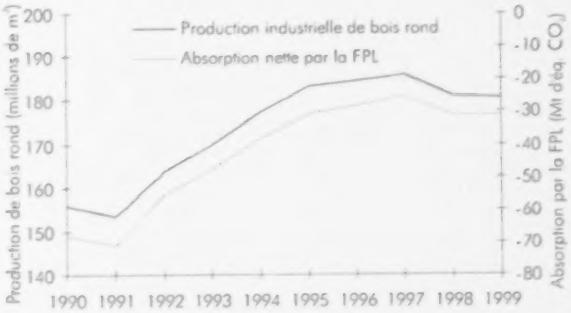
L'inventaire du CATF évalue les émissions et les absorptions de dioxyde de carbone dans la partie « aménagée » des forêts, ce qui exclut les forêts non aménagées aux fins de la production ligneuse. Dans l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre, cette forêt est désignée comme la « Forêt de production ligneuse » et est définie comme les forêts non classées, peuplées et de production ligneuse accessibles (publications de l'Inventaire canadien des forêts). La forêt de production ligneuse s'étend sur 133 millions d'hectares (133 Mha), répartis inégalement dans tout le Canada.

Flux de carbone en provenance ou à destination de la forêt

L'inventaire du CATF évalue les flux nets de dioxyde de carbone en provenance ou à destination de la forêt de production ligneuse en soustrayant le carbone absorbé par le bois récolté du carbone net absorbé par les arbres dans la « zone de croissance » de la forêt de production ligneuse. Cette « zone de croissance » (123 Mha) comprend la superficie sur laquelle les arbres contribuent activement à la séquestration du carbone par la photosynthèse et exclut les forêts vieillissantes. Le flux de carbone en provenance ou à destination des sols forestiers est aussi exclu en raison du manque de données. On présume que les émissions de dioxyde de carbone attribuables aux feux d'origine humaine dans la forêt de production ligneuse sont implicitement intégrées au taux de croissance moyen. Cette hypothèse est remise en question ci-dessous sous la rubrique Incertitude. La baisse de l'absorption nette durant les années 1990 s'explique en grande partie par l'augmentation de 16 % du volume annuel de bois récolté au cours de la période.

Puisqu'on suppose que l'étendue de la forêt « en croissance » et son taux de croissance moyen étaient stables au cours de la période de 1990 à 1999, les tendances des émissions et des absorptions de carbone résultent en grande partie de l'intensité de l'activité de récolte. La diminution de 67 % des puits de carbone des forêts au cours de la période se reflète

Figure 3. Tendances de la production industrielle de bois rond et de l'absorption de dioxyde de carbone dans la forêt de production ligneuse.



Calcul du carbone des produits du bois récoltés

Selon la méthode implicite de calcul du GIEC, on doit présumer que les émissions de carbone de tout le bois récolté dans les forêts se sont produites pendant l'année de coupe, à moins qu'il ne soit démontré que le réservoir de produits ligneux n'augmente; ainsi, elle ne tient pas compte du stockage du carbone à long terme dans les produits du bois récoltés et dans les décharges. Lorsque les réservoirs augmentent en fait, la méthode implicite surestime les émissions de dioxyde de carbone de l'aménagement forestier. Le GIEC n'a pas encore recommandé de méthode de remplacement pour le calcul du stockage du carbone dans les produits du bois.

En attendant que le GIEC fournisse d'autres lignes directrices, le Canada a produit une estimation de la contribution du secteur des produits ligneux aux émissions et aux absorptions nettes de carbone de ses forêts exploitées, en utilisant deux méthodes différentes. Les deux méthodes réduisent de façon marquée l'influence apparente des activités forestières industrielles sur le bilan du carbone de la forêt de production ligneuse. Pour 1999, les émissions résultant de la récolte varient entre 258 Mt de CO_2 (méthode implicite actuelle) et 244 Mt de CO_2 (méthode de l'évolution des stocks) ou 170 Mt de CO_2 (méthode du flux atmosphérique). La différence d'émissions résultant de la récolte selon les méthodes du flux atmosphérique et de l'évolution des stocks réside principalement dans le traitement différent des produits du bois exportés.

On dispose de très peu d'information sur les déchets ligneux au Canada, tout particulièrement la composition et le devenir de la matière ligneuse qui se retrouvent dans les sites d'enfouissement chaque année. Ces sites sont de vastes réservoirs potentiels de stockage du carbone à long terme.

dans l'augmentation de 16 % de la production industrielle de bois rond (figure 3).

Changements d'affectation des terres

En 1999, le flux net associé aux changements d'affectation des terres au Canada a produit des émissions de plus de 5 Mt de CO_2. Ces émissions ont plus que doublé entre 1990 et 1999 (figure 4).

Quels changements d'affectation des terres?

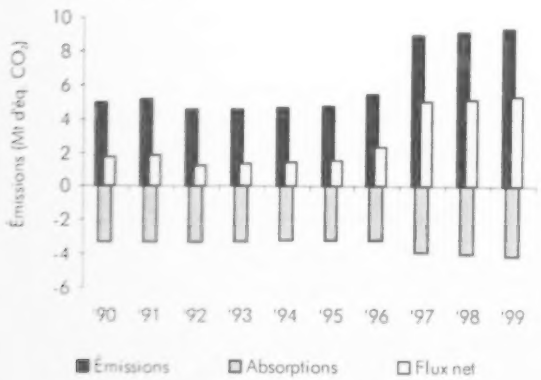
Dans l'Inventaire canadien, les changements d'affectation des terres au Canada comprennent la conversion des forêts et des pâturages en d'autres affectations (p. ex., l'agriculture ou l'usage urbain) et l'abandon des terres agricoles qui retournent à leur couverture végétale d'origine.

Dynamique des émissions et des absorptions de carbone

En général, la conversion des forêts et des pâturages entraîne des émissions de carbone dans l'atmosphère. L'absorption du carbone de l'atmosphère est associée à la croissance de végétation nouvelle sur des terres agricoles abandonnées. La dynamique des émissions et des absorptions de carbone, cependant, se produit à différentes échelles temporelles : les émissions sont immédiates lorsque de grandes quantités de biomasse sont oxydées d'un coup, ou se prolongent sur de longues périodes à cause de la décomposition graduelle des résidus ou des matières organiques du sol.

Par ailleurs, l'absorption du carbone de l'atmosphère et le stockage dans les matières organiques vivantes et mortes sont des processus lents qui s'étendent sur plusieurs décennies, quand ce n'est pas sur plusieurs siècles. Par conséquent, aux fins du calcul des gaz à effet de serre, la conversion des forêts et la croissance de la végétation sur les terres abandonnées ne peuvent pas être traitées comme des processus parallèles.

Figure 4. Tendances des émissions et des absorptions de dioxyde de carbone associées aux changements d'affectation des terres au Canada



Feux de forêt

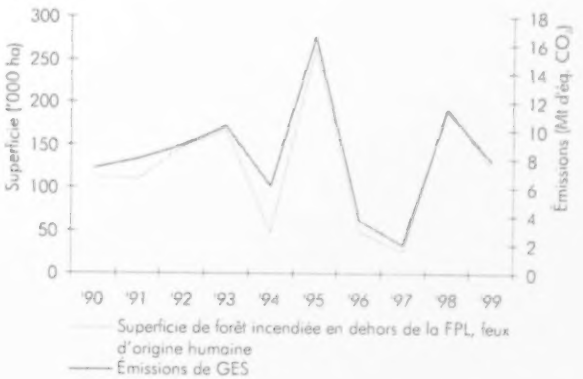
Dans l'Inventaire canadien du secteur du CATF, la catégorie Autres comprend les émissions de dioxyde de carbone causées par les feux d'origine humaine (aussi appelés feux d'origine anthropique) en dehors de la forêt de production ligneuse. Les émissions de dioxyde de carbone associées aux feux dans la forêt de production ligneuse ont été mentionnées dans la section portant sur l'Aménagement des forêts. Cependant, les émissions autres que de dioxyde de carbone qui sont produites par des feux de forêt d'origine humaine sont comptabilisées, quel que soit l'emplacement.

La quantité de gaz à effet de serre libérés par les feux de forêt varie chaque année selon l'étendue des forêts brûlées; par conséquent, elle affiche une grande variation caractéristique des perturbations naturelles (figure 5). Au cours de la période de 1990 à 1999, les émissions annuelles de gaz à effet de serre découlant des feux de forêt d'origine anthropique ont fluctué entre 2 et 17 Mt. La superficie brûlée est estimée pour 1999 à partir des données historiques mais, compte tenu des variations annuelles mentionnées ci-dessus, il convient de faire preuve de prudence. Cette catégorie est la seule pour laquelle les gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone sont déclarés.

Incertitude

Bien qu'il soit possible d'accorder un certain niveau de confiance à l'orientation générale des tendances, l'estimation du flux lui-même est caractérisé par un haut degré d'incertitude. Afin de tenir compte de cette incertitude, les données ont été arrondies (Environnement Canada, 2001).

Figure 5. Superficie de forêt incendiée et total des émissions de gaz à effet de serre découlant des feux de forêt, 1990 1999



Aménagement des forêts

Compte tenu de l'influence dominante de l'aménagement forestier sur le flux net de carbone dans le secteur du CATF, une analyse de la sensibilité des résultats à un certain nombre de paramètres clés et de données a été réalisée.

Paramètres modifiés au cours de l'analyse :

- la superficie de la forêt de production ligneuse et sa zone de « croissance »;
- le taux moyen de croissance des arbres;
- le taux de récolte;
- un calcul explicite des émissions de dioxyde de carbone découlant des feux dans la forêt de production ligneuse.

Les trois intrants qui ont eu la plus forte incidence sur l'absorption totale de carbone par la forêt de production ligneuse en 1999 sont, par ordre décroissant d'importance : les émissions de dioxyde de carbone découlant des feux dans la forêt de production ligneuse, le taux de croissance des arbres et le taux de récolte. Il est important de se rappeler que l'importance relative des émissions attribuables aux feux dans la forêt de production ligneuse varie chaque année, tout comme l'emplacement et l'étendue des feux dans toutes les forêts canadiennes.

Ces résultats indiquent qu'une des priorités en vue de l'amélioration de la méthodologie devrait être de mettre au point de meilleurs outils pour évaluer les émissions attribuables aux feux dans la forêt de production ligneuse. Les efforts devraient aussi être axés sur une meilleure évaluation des taux de croissance de la biomasse. On croit que l'amélioration générale de l'exactitude que procurerait de meilleures données sur la récolte serait modeste, étant donné le niveau de confiance relativement élevé à l'égard de la qualité des données.

L'analyse a omis certaines sources incertaines et non quantifiables associées à des connaissances ou à des données insuffisantes. Par exemple, l'ampleur du puits forestier net pourrait être largement modifiée, si l'on ajoutait le carbone de la décomposition des matières organiques des sols forestiers et de la litière, qui constitue un autre grand réservoir de carbone encore mal compris. Les travaux se poursuivent pour intégrer ce réservoir de carbone au modèle.

Changements d'affectation des terres

Deux sources importantes d'incertitude ont été mentionnées pour le calcul du carbone provenant des changements d'affectation des terres : l'absence de données et d'information sur les changements d'affectation des terres et les pratiques d'affectation des terres; une compréhension incomplète de la dynamique du carbone dans les sols lorsque les terres sont affectées à d'autres fins.

Les données qui manquent sur les changements d'affectation des terres comprennent l'étendue de la conversion, dans chaque province canadienne, des écosystèmes naturels à l'agriculture, à des usages urbains et industriels, à des aménagements résidentiels en région rurale ainsi qu'aux infrastructures pour l'exploitation minière, pétrolière et pour les transports. De plus, les pratiques de changement d'affectation des terres comme le brûlage dirigé sont mal documentées.

Les méthodes actuelles d'estimation des émissions et des absorptions de carbone par les sols attribuables au changement d'affectation des terres sont basées sur les valeurs moyennes à long terme du contenu en carbone du sol pour différentes affectations. On suppose que toutes les pertes de carbone par le sol se produisent sur une période de 25 ans et la séquestration du carbone sur les fermes abandonnées sur une période de 100 ans.

Le Protocole de Kyoto : des sols agricoles et du CATF à l'ATCATF

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est la mesure ultime par rapport à laquelle le Canada sera jugé lorsqu'il rendra compte de ses résultats en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et du Protocole de Kyoto ou de toute autre entente exécutoire semblable.

Le Canada, s'il ratifie le Protocole de Kyoto, verra s'accroître largement ses engagements en matière de compte rendu. La septième Conférence des Parties à la CCNUCC, en novembre 2001, a convenu que la comptabilisation des objectifs de réduction de 2008 à 2012 devrait inclure des émissions et des absorptions découlant du boisement, du reboisement et du déboisement, ainsi que, de façon facultative, de l'aménagement des forêts, de la gestion des cultures, de l'aménagement des pâturages et des activités de remise en végétation. Cette disposition exigerait la déclaration intégrée de toutes les sources et de tous les puits de gaz à effet de serre des ressources de la terre découlant de l'affectation des terres et des changements d'affectation des terres ainsi que de la foresterie (ATCATF)sector.

Environnement Canada et tous ses partenaires fédéraux, provinciaux, de l'industrie, des organismes non gouvernementaux et du milieu universitaire ont déjà organisé leurs ressources de façon à pouvoir relever le défi scientifique et technique de la mise en œuvre des conditions du Protocole de Kyoto.

Références

Sources de données :

1. Publications de l'Inventaire forestier national du Canada
http://www.cfs.nrcan.gc.ca/inventory/publications.html

2. Base de données nationale sur les forêts, tenue à jour par le Conseil canadien des ministres des forêts
http://nfdp.ccfm.org/nfsnet2_f.htm

3. Recensement de l'agriculture, compilé par Statistique Canada
http://www.statcan.ca/francais/census96/index_f.htm

4. Base de données sur les forêts de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)
http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=forestry

Sources de la méthodologie :

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001, Ottawa.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions*, Vol. 1; et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*, Vol. 3. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Version révisée de 1996.

Glossaire

Boisement : La création de forêts qui consiste à planter ou à semer des arbres ou à entreprendre toute autre activité d'aménagement sur des terres qui n'ont pas été boisées pendant une période déterminée.

Biomasse : Masse des matières végétales vivantes et mortes, aériennes et souterraines.

Flux de carbone : Le transfert de carbone d'un réservoir à un autre.

Réservoir de carbone : Bassin de carbone ayant la capacité d'accumuler ou de libérer le carbone (p. ex., biomasse ligneuse, produits du bois, sols et atmosphère).

Séquestration du carbone : Processus d'augmentation du contenu en carbone d'un réservoir autre que l'atmosphère.

Équivalent CO_2 : La quantité de CO_2 qui aurait le même effet qu'une quantité ou un mélange donné d'autres gaz à effet de serre.

Émission : La libération d'un gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les émissions peuvent provenir de différentes sources.

Gaz à effet de serre : Un gaz qui absorbe les rayons infrarouges et, à son tour, les émet dans l'atmosphère. L'effet net est l'emprisonnement local d'énergie et une tendance à réchauffer la surface terrestre. La vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), les oxydes d'azote (N_2O) et l'ozone (O_3) sont les principaux gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre.

Lignes directrices du GIEC : Lignes directrices mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat en vue de la préparation des inventaires nationaux de gaz à effet de serre. La plus récente version publiée date de 1997.

Affectation des terres : Toutes les mesures, activités et contributions (ensemble d'activités humaines) entreprises relativement à un certain type de couverture terrestre. La vocation sociale et économique de l'aménagement des terres (production de bois d'œuvre, pâturage, conservation).

Matière organique : Matière à base de carbone qui compose les tissus vivants et leurs résidus (litière, matière organique du sol).

Absorption : L'action d'absorber un gaz à effet de serre d'un réservoir. L'absorption des gaz de l'atmosphère se fait au moyen de puits.

Puits : Tout processus ou mécanisme qui absorbe des gaz à effet de serre de l'atmosphère. Voir aussi Absorption.

Source : Tout processus ou mécanisme qui libère un gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'opposé du puits.

Produits ligneux récoltés : Tous les produits dérivés de la récolte de bois d'une forêt. Comprend le bois de chauffage, les billes et les produits qui en sont tirés (papier, sciage, etc.).

Également disponible dans cette série :
Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

CAT: En40-238/6F-IN ISBN: 0-662-86538-3

Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

Information sur les tendances des GES fournie par la Division des gaz provoquant l'effet de serre

Agriculture : 1990-1999

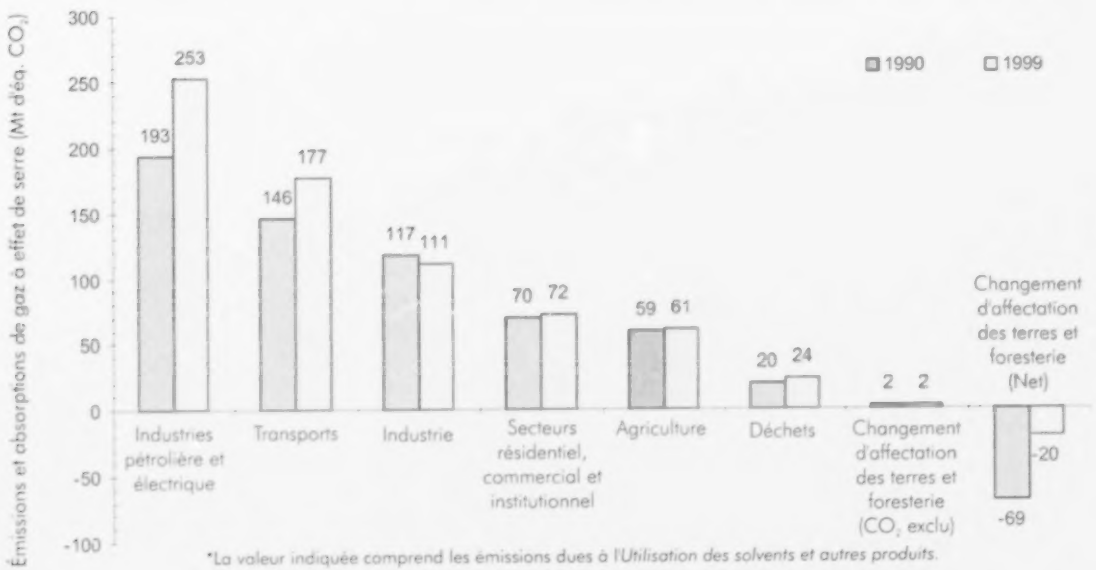
Le secteur Agriculture de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES) englobe les émissions de GES provenant du bétail, de la gestion du fumier et des sols agricoles.

- En 1999, les émissions de gaz à effet de serre du secteur Agriculture se chiffraient à 60,8 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone* (Mt d'éq. CO_2), soit 9 % des émissions nationales, qui totalisaient 699 Mt. Les émissions du secteur représentaient 69 % du total des émissions canadiennes d'oxydes d'azote, 25 % des émissions de méthane et moins de 1 % des émissions de dioxyde de carbone. Les sols agricoles ont libéré 56 % des émissions sectorielles en 1999 (33,6 Mt). Les émissions résultant de la fermentation entérique chez les animaux domestiques étaient de 17,8 Mt et constituaient 29 % des émissions sectorielles; la proportion était de 15 % pour la gestion du fumier (9,3 Mt).
- Entre 1990 et 1999, le total des émissions agricoles a augmenté de 4 %. Si l'on fait abstraction du flux de dioxyde de carbone provenant des sols agricoles**, le total des émissions sectorielles aurait crû de 18 % depuis 1990 (de 51,3 Mt à 60,6 Mt). Selon la catégorie, on observe une hausse des émissions de 13 % pour la gestion du fumier et de 11 % pour la fermentation entérique. Les émissions nettes de dioxyde de carbone des sols agricoles ont diminué (7,3 Mt en 1990 contre 0,2 Mt en 1999), grâce à l'adoption de pratiques aratoires antiérosives et au délaissement de la mise en jachère estivale dans les Prairies. Les émissions d'oxydes d'azote des sols agricoles ont crû de 23 % entre 1990 (27,2 Mt) et 1999 (33,4 Mt).

*Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.

**Le flux net de dioxyde de carbone est une combinaison des sources et des puits des sols agricoles.

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



*La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'*Utilisation des solvents et autres produits.*

Le secteur de l'agriculture au Canada

De nombreuses activités agricoles contribuent aux émissions de gaz à effet de serre. Les processus à l'origine des émissions sont la fermentation entérique chez les animaux domestiques, les systèmes de gestion du fumier et les pratiques culturales. La fermentation entérique engendre de grandes quantités de méthane, tandis que les systèmes de gestion du fumier produisent du méthane et des oxydes d'azote. Quant aux pratiques culturales, elles peuvent entraîner la libération de dioxyde de carbone et d'oxydes d'azote présents dans les sols.

La préparation de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre pour le secteur Agriculture suit de près les lignes directrices publiées par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 1997). L'Inventaire répartit donc les émissions agricoles selon les trois catégories suivantes :

1. Fermentation entérique
2. Gestion du fumier
3. Sols agricoles

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

Le reste de cette fiche d'information présente et analyse les principales tendances des émissions de GES dans le secteur agricole et les facteurs sous-jacents.

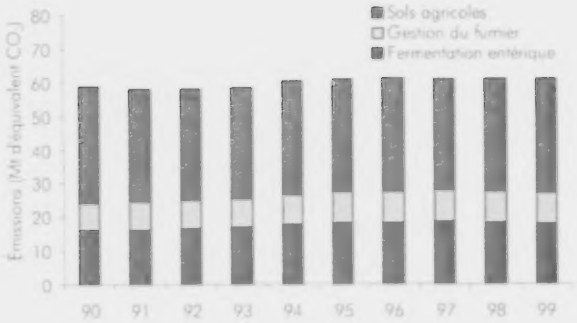
Evolution des émissions du secteur Agriculture : 1990 à 1999

Les émissions de GES du secteur agricole ont augmenté de 4 % entre 1990 et 1999, passant de 58,6 à 60,8 Mt.

Parmi les trois catégories de sources de GES dans ce secteur, la plus forte contribution provient des sols agricoles. Cette catégorie est responsable d'environ la moitié des émissions sectorielles en 1999, ainsi que durant toute la décennie (figure 2).

À l'exception du flux de dioxyde de carbone provenant des sols agricoles, le total des émissions autres que le dioxyde de carbone issues du secteur agricole a crû de 17 % depuis 1990 (51,3 Mt en 1990, 60,6 Mt en 1999).

Figure 2. Émissions agricoles selon la catégorie, 1990 et 1999



Fermentation entérique

Les émissions associées à la fermentation entérique chez des animaux totalisaient 17,8 Mt en 1999, soit presque 30 % du total des émissions sectorielles. Depuis 1990, ces émissions ont augmenté de 11 %, principalement en raison d'une hausse dans la production de bœuf.

La croissance observée dans les émissions de GES imputables à la fermentation entérique s'explique par une intensification des activités d'élevage. La production de bétail non laitier, responsable des plus fortes émissions parmi les divers types de bétail, a connu depuis 1990 une hausse de 21 % qui a entraîné une augmentation parallèle des émissions (tableau 1).

Qu'est-ce que la fermentation entérique ?

Au cours du processus de digestion chez les herbivores, les glucides sont fragmentés par des microorganismes en molécules simples dont certaines seront absorbées dans le flux sanguin. Le méthane, un sous-produit de ce processus, s'accumule dans le rumen pour être ensuite libéré par éructation et expiration. Une certaine quantité de méthane est également libérée sous forme de flatulences qui se produisent pendant la digestion. Les ruminants, tels que les bovins, sont les animaux qui produisent le plus de méthane.

La hausse des émissions provenant du bétail non laitier a été partiellement contrebalancée par la baisse des émissions du bétail laitier, résultant d'un déclin du nombre de vaches laitières, dont la population est passée de 196 400 en 1990 à 165 700 en 1999, ce qui a réduit les émissions de 15 % (Statistique Canada, n° de catalogue 23-603).

Tableau 1. Émissions résultant de la fermentation entérique, selon la catégorie, 1990 et 1999

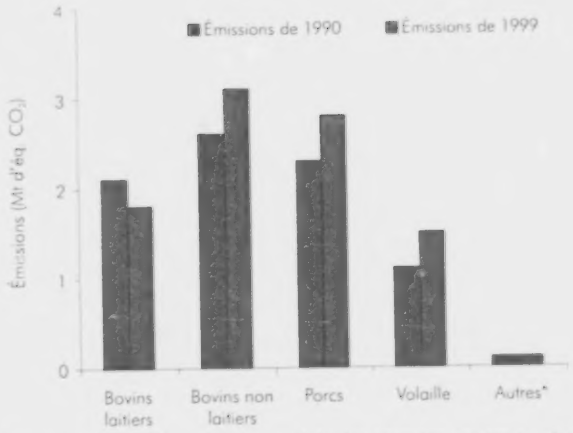
	1990	1999	Changement (%)
Type d'animaux	Mt d'éq. CO_2		depuis 1990
Bovins laitiers	4,1	3,5	-15 %
Bovins non laitiers	11,3	13,6	20 %
Porcs	0,3	0,4	33 %
Autres	0,3	0,3	0 %
Total	16,0	17,8	11 %

Gestion du fumier

Les opérations de manutention et d'entreposage du fumier du bétail entraînent le rejet de méthane et d'oxydes d'azote. Le volume de gaz émis dépend des propriétés du fumier, des quantités manipulées et du système de manutention. Les systèmes mal aérés génèrent habituellement de grandes quantités de méthane, mais peu d'oxydes d'azote, alors que les systèmes bien aérés produisent peu de méthane mais davantage d'oxydes d'azote.

Dans cette catégorie, les émissions d'oxydes d'azote et de méthane ont constamment augmenté depuis 1990 (figure 3). Ces émissions combinées ont crû de 13 % entre 1990 (8,2 Mt) et 1999 (9,3 Mt). La croissance de cette catégorie d'émissions est surtout attribuable à l'expansion de l'industrie du bœuf, du porc et de la volaille.

Figure 3. Émissions combinées d'oxydes d'azote et de méthane résultant de la gestion du fumier, 1990 et 1999



*La catégorie intitulée « Autres » englobe les émissions rejetées par les chèvres, les chevaux et le mouton.

Sols agricoles

Les émissions de GES provenant des sols agricoles ont totalisé 33,6 Mt en 1999, soit 2 % de moins que les quantités estimées pour 1990 (34,5 Mt). En excluant le flux de dioxyde de carbone des sols agricoles, les émissions totales de cette catégorie ont augmenté de 23 % entre 1990 (27,2 Mt) et 1999 (33,4 Mt).

Les pratiques de gestion et de culture des sols ont une incidence sur les cycles du carbone et de l'azote dans les sols. Ces pratiques peuvent entraîner l'émission ou l'absorption de dioxyde de carbone, ainsi que le rejet d'oxydes d'azote. Par exemple, le recours à des pratiques aratoires antiérosives et l'espacement des mises en jachère estivales peuvent favoriser l'emmagasinage du carbone dans les sols. À l'inverse, l'épandage d'engrais azotés et de fumier sur les sols agricoles peut causer des émissions d'oxydes d'azote. Le tableau 2 illustre l'évolution des émissions d'oxydes d'azote et de dioxyde de carbone des sols agricoles, pour la période 1990-1999.

Dioxyde de carbone

Les émissions nettes de dioxyde de carbone des sols agricoles ont diminué considérablement, passant de 7,3 Mt en 1990 à 0,2 Mt en 1999. Cette baisse s'explique surtout par l'application croissante de pratiques aratoires antiérosives et un espacement des mises en jachère estivales dans les Prairies. En particulier, le travail cultural sans labour a été pratiqué sur 16 % des terres arables au Canada en 1996 (Statistique Canada, n° de catalogue 93-356), comparativement à 7 % en 1991 (Statistique Canada, n° de catalogue 93-350).

Oxydes d'azote

Les émissions d'oxydes d'azote ont augmenté de 23 % entre 1990 et 1999 (de 27,2 Mt à 33,4 Mt). On peut les subdiviser en sources directes et sources indirectes. Les émissions directes proviennent directement des champs agricoles, alors que les émissions indirectes sont transportées hors des champs, soit par évaporation et dépôt subséquent, soit par lessivage et ruissellement.

Sources directes

Voici les sources directes d'émissions d'oxydes d'azote provenant des sols agricoles :

- *Épandage d'engrais azotés synthétiques* : les émissions d'oxydes d'azote causées par l'épandage d'engrais azotés synthétiques ont constamment augmenté entre 1990 (6,5 Mt) et 1999 (8,9 Mt), soit une hausse d'environ 37 %.
- *Épandage de déchets animaux comme engrais* : les émissions imputables à cette source sont passées de 3,2 à 3,7 Mt par année, en raison d'une expansion de l'industrie nationale du bétail.
- *Animaux brouteurs* : les émissions associées à l'épandage de fumier provenant des animaux brouteurs ont crû de 2,3 à 2,7 Mt entre 1990 et 1999, en raison de l'accroissement de la population de bétail.
- *Fixation de l'azote biologique des plantes* : les cultures légumineuses comme la luzerne, le soja et les lentilles peuvent absorber l'azote atmosphérique, mais les bactéries du genre « rhyzobium » qui forment des nodosités sur les plantes peuvent émettre des oxydes d'azote lorsqu'elles fixent l'azote. Les émissions d'oxydes d'azote résultant de la production de cultures légumineuses sont demeurées relativement stables au cours de la décennie, soit quelque 4 Mt par année.
- *Décomposition des résidus de récolte* : après la récolte d'une culture, une portion reste sur le terrain et se décompose. La matière organique qui subsiste est une source d'azote. Les émissions annuelles d'oxydes d'azote résultant de la décomposition des résidus de récolte sont passées de 6,0 Mt en 1990 à 6,8 Mt en 1999.
- *Culture des histosols* : la culture des sols organiques (également appelés histosols) pour la production de récoltes annuelles engendre des oxydes d'azote. Il n'existe aucune donnée de recensement agricole détaillée sur la superficie cultivée des histosols au Canada. On a estimé, en consultation avec des spécialistes en sols et en récoltes, que la superficie cultivée des histosols était d'environ 30 000 hectares, qui dégageraient des émissions faibles et inchangées, de l'ordre de 0,01 Mt par année.

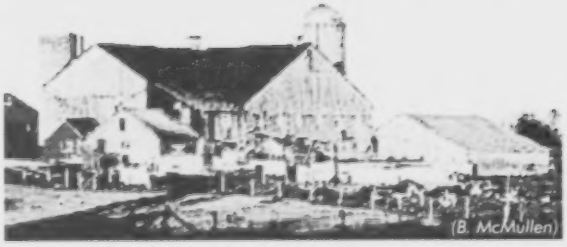

(B. McMullen)

Tableau 2. Émissions des sols agricoles, selon la catégorie, 1990 à 1999

Émissions de gaz à effet de serre	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Mt d'éq. CO_2									
Total, dioxyde de carbone	7,3	6,7	5,8	4,7	4,2	3,2	1,8	1,2	0,7	0,4
Oxyde nitreux										
Azote des engrais synthétiques	6,5	6,4	6,9	7,2	7,7	7,9	8,6	9,1	9,1	8,9
Fumier épandu comme engrais	3,2	3,2	3,3	3,3	3,5	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7
Animaux brouteurs	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7
Fixation de l'azote biologique	3,8	3,6	3,4	3,8	4,3	3,9	3,8	3,6	3,8	4,4
Décomposition des résidus de culture	6,0	5,7	5,4	5,6	5,4	5,9	6,5	6,0	6,4	6,8
Culture des histosols	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Oxyde nitreux indirect	5,4	5,4	5,7	5,8	6,2	6,4	6,7	7.0	6,9	6,9
Total, oxyde nitreux	27,2	26,7	27,1	28,1	29,7	30,4	31,9	32,1	32,6	33,4
Total des émissions de gaz à effet de serre	34,5	33,4	32,9	32,8	33,9	33,6	33,7	33,3	33,3	33,8

Sources indirectes

Une fraction de l'engrais azoté épandu sur les champs agricoles sera transportée hors site, soit par évaporation et dépôt subséquent, soit par lessivage et ruissellement. L'azote transporté hors des terres agricoles alimentera la libération d'émissions d'oxydes d'azote.

Les émissions indirectes d'oxydes d'azote ont considérablement augmenté, passant de 5,4 Mt en 1990 à 6,9 Mt en 1999. Cette hausse est attribuée à la fois à l'expansion de l'industrie du bétail et à une utilisation accrue des engrais azotés synthétiques.

Sommaire de l'évolution des émissions agricoles autres que le dioxyde de carbone

Dans cette section, les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole sont considérées soit comme étant reliées à la production animale (elles résultent alors de la fermentation entérique, de la gestion du fumier et de son élimination), soit associées à la production culturale (GES provenant de sources directes aussi bien qu'indirectes, tel que décrit dans la section précédente).

À l'exclusion du flux de dioxyde de carbone des sols agricoles, la production animale était responsable de 60 à 65 % du total des émissions sectorielles, contre 35 à 40 % pour la production culturale (tableau 3).

Production animale

La moitié environ des émissions reliées à la production animale au Canada résulte de la fermentation entérique, alors que l'autre moitié se divise également entre la gestion du fumier et l'épandage de fumier comme engrais.

Parmi les animaux domestiques au Canada, ceux qui contribuent le plus à la production de GES sont le bétail non laitier, le bétail laitier, les porcs et la volaille. Depuis 1990, les émissions ont augmenté de 18 % pour le bétail non laitier, de 19 % pour les porcs et de 31 % pour la volaille, alors que les émissions causées par la production laitière ont diminué de 15 %. Les émissions provenant des autres animaux domestiques sont demeurées inchangées.

Tableau 3. Résumé des principales émissions autres que le dioxyde de carbone résultant de la production animale et culturale au Canada

Source des gaz à effet de serre	1990	1993	1996	1999
Production animale[a]				
(pourcentage du total annuel)		Mt d'éq. CO_2		
Non laitier[b]	20,2	21,7	24,0	23,8
	(39 %)	*(41 %)*	*(40 %)*	*(39 %)*
Laitier	6,2	5,7	5,8	5,3
	(12 %)	*(10 %)*	*(10 %)*	*(9 %)*
Porc	3,7	3,9	4,4	4,4
	(7 %)	*(7 %)*	*(7 %)*	*(7 %)*
Volaille	2,6	2,7	3,1	3,4
	(5 %)	*(5 %)*	*(5 %)*	*(5 %)*
Production culturale				
(pourcentage du total annuel)		Mt d'éq. CO_2		
Engrais azotés synthétiques[c]	9,2	10,1	12,5	12,7
	(18 %)	*(19 %)*	*(21 %)*	*(21 %)*
Culture[d]	9,8	9,4	10,3	11,2
	(19 %)	*(18 %)*	*(17 %)*	*(18 %)*

[a] Comprend également le fumier épandu comme engrais.

[b] Pourcentage du total des émissions agricoles autres que le dioxyde de carbone.

[c] Englobe les sources directes et indirectes.

[d] Comprend la fixation de l'azote biologique et la composition des résidus de culture.

Production culturale

Alors que les émissions autres que le dioxyde de carbone ont augmenté durant la période 1990 à 1999, les contributions des principales sources d'émissions demeurent relativement inchangées.

Même si la contribution des émissions d'oxydes d'azote résultant de l'épandage d'engrais azotés synthétiques n'a fait augmenter que de 18 à 21 % le total des émissions d'oxydes d'azote, cette pratique (l'épandage d'engrais azotés synthétiques) a crû de près de 35 % entre 1990 et 1999. Les émissions associées aux cultures légumineuses et non légumineuses ainsi qu'à la décomposition des résidus de culture ont, ensemble, représenté de 17 à 19 % des émissions agricoles au pays.

Émissions agricoles provinciales autres que le dioxyde de carbone

Depuis 1990, les émissions de gaz autres que le dioxyde de carbone ont très peu changé en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec et au Canada atlantique. Elles présentent toutefois une croissance constante ailleurs au pays, passant de 5,6 à 7,1 Mt au Manitoba, de 8,9 à 12,9 Mt en Saskatchewan et de 14,2 à 17,5 Mt en Alberta. Le tableau 4 illustre les tendances provinciales de ces émissions entre 1990 et 1999.

La hausse des émissions dans les provinces des Prairies, qui est liée à l'expansion de l'industrie du bétail et à l'épandage d'engrais azotés synthétiques, est responsable de presque toutes les augmentations enregistrées dans les émissions agricoles de GES au Canada depuis 1990.

Références

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1* et *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001.

Statistique Canada, *Profil agricole du Canada*, dans Recensement de l'agriculture de 1991, 1992, n° de catalogue 93-350.

Statistique Canada, *Profil agricole du Canada*, dans Recensement de l'agriculture de 1996, 1997, n° de catalogue 93-356.

Statistique Canada, *Statistiques du bétail*, Division de l'agriculture, 1991-1999, n° de catalogue 23-603.

Tableau 4. Résumé des émissions provinciales de gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone dans le secteur agricole (Mt d'eq. CO_2)

Province	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Terre-Neuve	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Île-du-Prince-Édouard	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Nouvelle-Écosse	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nouveau-Brunswick	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Québec	7,8	7,3	7,3	7,5	7,6	7,8	7,9	7,8	7,8	7,7
Ontario	11,2	11,0	10,8	10,8	11,1	11,2	10,8	11,1	11,2	11,2
Manitoba	5,6	5,8	6,1	6,1	6,5	6,7	7,2	7,0	7,3	7,1
Saskatchewan	8,9	9,0	9,7	10,0	10,9	11,5	12,7	13,1	12,9	12,9
Alberta	14,2	14,3	14,4	15,1	15,9	16,4	16,7	16,5	16,8	17,5
Colombie-Britannique	2,4	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,5	2,6
CANADA	51,6	51,1	52,1	53,4	56,2	57,6	59,6	59,8	60,0	60,5

Également disponible dans cette série :
Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Aperçu * Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

CAT : En40-238/7F-IN ISBN : 0-662-86539-1

Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

Information sur les tendances des GES fournie par la Division des gaz provoquant l'effet de serre

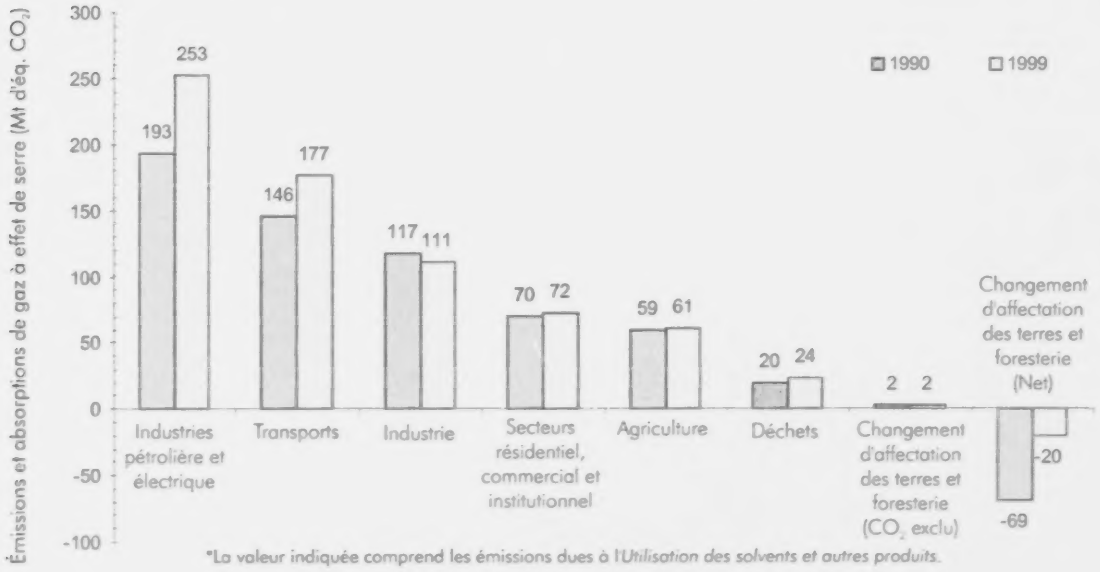
Déchets : 1990-1999

Le secteur des déchets de l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES) englobe les émissions engendrées par l'enfouissement des déchets solides, le traitement des eaux usées et l'incinération des déchets.

- *En 1999,* les émissions de gaz à effet de serre du secteur des déchets atteignaient presque 24 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone* (Mt d'éq. CO_2), soit 3,4 % de l'ensemble des émissions canadiennes (699 Mt) pour 1999. La principale source d'émissions est l'enfouissement des déchets solides, qui cause 93 % du total des émissions sectorielles. Le traitement des eaux usées et l'incinération des déchets constituent des sources beaucoup moins abondantes (5,7 % et 1,5 %, respectivement). Les émissions étaient surtout composées de méthane (CH_4), soit 22,3 Mt, le reste étant formé d'oxyde nitreux (N_2O) (1 Mt) et de dioxyde de carbone (0,3 Mt).
- *Entre 1990 et 1999,* les émissions de ce secteur ont crû de plus de 17 %, une hausse attribuable pour 95 % à l'augmentation des émissions des décharges. Les émissions causées par l'incinération des déchets et le traitement des eaux usées ont augmenté de 9 % et 10 % respectivement, ce qui correspond à peu près à la croissance démographique nationale. Malgré une hausse de presque 18 % dans les émissions générées par l'enfouissement des déchets solides, un meilleur captage des gaz d'enfouissement a permis de réduire le rythme de croissance des émissions des décharges entre le début et le milieu des années 1990.

**Sauf indication contraire, toutes les émissions sont indiquées en Mt d'éq. CO_2. Par souci de concision, on a abrégé en Mt. Ce concept offre une mesure relative des répercussions des différents gaz à effet de serre sur le réchauffement planétaire, l'effet du dioxyde de carbone équivalant à un.*

Figure 1. Émissions et absorption de gaz à effet de serre au Canada par secteur, 1990 et 1999



**La valeur indiquée comprend les émissions dues à l'Utilisation des solvants et autres produits.*

Le secteur des déchets au Canada

Les principales sources de gaz à effet de serre dans le secteur des déchets sont l'enfouissement des déchets solides, le traitement des eaux usées et l'incinération des déchets. Ces émissions sont presque exclusivement constituées de méthane, qui formait 95 % des émissions du secteur en 1999.

Une grande partie des déchets traités ou éliminés consistent en de la biomasse ou proviennent de la biomasse. Les émissions de dioxyde de carbone issues de ces déchets ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire national, mais sont théoriquement prises en compte dans la mesure de l'évolution de la teneur en carbone des sols agricoles. En théorie, il n'y a pas d'émissions nettes si la biomasse est produite et consommée de façon durable. Cela suppose que sur une base annuelle, le dioxyde de carbone résultant de la décomposition des aliments est consommé durant la croissance des récoltes de l'année suivante. En ce qui touche les produits forestiers, si la biomasse est récoltée à un rythme non soutenable (p. ex. plus rapidement que la repousse annuelle), les émissions nettes de dioxyde de carbone seront comptabilisées comme une perte de biomasse dans le chapitre Changement d'affectation des terres et foresterie.

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre répartit en trois catégories les émissions du secteur des déchets :

1. Enfouissement des déchets solides
2. Traitement des eaux usées
3. Incinération des déchets

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (ICGES)

L'Inventaire canadien des gaz à effet de serre est dressé, calculé et déclaré annuellement par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, à l'aide de méthodes et de modèles conçus à l'interne par ses ingénieurs et son personnel scientifique, à partir de données publiées, de données provenant de l'industrie ou de méthodes mises au point par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

L'Inventaire porte sur les gaz à effet de serre suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrocarbures perfluorés (HPF) et les hydrofluorocarbures (HFC).

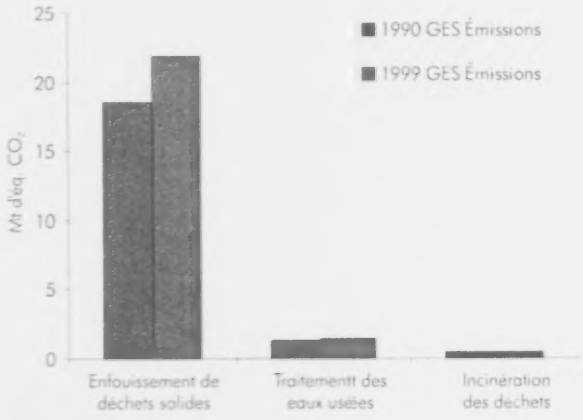
L'inventaire utilise un schème de déclaration convenu à l'échelle internationale, qui regroupe les émissions et les absorptions en six secteurs : Énergie, Procédés industriels, Solvants et autres produits, Agriculture, Changement d'affectation des terres et foresterie, Déchets. La Série de fiches d'information sur les tendances pour 1999, tout en présentant les plus récentes données sur les émissions et l'absorption de gaz à effet de serre au Canada, dérivées du dernier inventaire national, adopte une présentation sectorielle modifiée qui facilite la consultation de l'information par le public.

Tendances des émissions dans le secteur des déchets : 1990 à 1999

Les émissions du secteur des déchets atteignaient presque 24 Mt en 1999, soit 3,4 % du total des émissions canadiennes. Il s'agit d'une augmentation de plus de 17 % depuis 1990, imputable à 95 % à la hausse des émissions des décharges. La figure 2 compare l'évolution des émissions pour les diverses catégories de ce secteur, entre 1990 et 1999.

En 1999, l'enfouissement des déchets solides causait près de 93 % des émissions du secteur, contre seulement 5,7 % pour le traitement des eaux usées municipales et 1,5 % pour l'incinération des produits dérivés des combustibles fossiles. Sur les 24 Mt d'émissions rejetées par ce secteur, 22,3 Mt étaient composées de méthane.

Figure 2. Évolution des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des déchets par sous-catégorie, 1990 et 1999



Enfouissement de déchets solides

Les émissions associées à l'enfouissement de déchets solides étaient de 21,9 Mt en 1999, presque 18 % de plus qu'en 1990. Au Canada, les estimations d'émissions sont réparties entre deux catégories de décharges : les sites d'enfouissement des déchets urbains solides et les sites d'enfouissement des déchets du bois.

La majorité des décharges sont des décharges aménagées appartenant à des municipalités ou à des intérêts privés. Il n'existe pratiquement aucune décharge non aménagée; par conséquent, on a présumé que tous les déchets étaient enfouis dans des sites aménagés. Les déchets de provenance résidentielle, institutionnelle, commerciale ou industrielle ainsi que les déchets de construction et de démolition sont enfouis dans des décharges municipales.

Quant aux sites d'enfouissement des déchets du bois, ils sont exploités par des entreprises forestières privées, comme des scieries ou des papeteries, qui éliminent dans ces décharges les résidus de bois superflus tels que la sciure, les copeaux de bois, l'écorce et les boues.

Même si les émissions des décharges municipales de déchets solides ont augmenté de près de 18 % entre 1990 et 1999, le captage des gaz d'enfouissement a connu depuis 1990 (tableau 1) une hausse de presque 40 % qui a tempéré le taux de croissance des émissions au début et vers le milieu des années 1990. Depuis 1990, les émissions des décharges de déchets du bois ont crû de plus de 20 %, mais elles constituent une source mineure en regard des décharges municipales. Comme le captage des gaz d'enfouissement n'est pas pratiqué dans les décharges de déchets du bois, cette pratique n'a aucunement contribué à y tempérer les émissions.

Les gaz d'enfouissement, composés principalement de méthane et de dioxyde de carbone, résultent de la décomposition anaérobie des déchets organiques. La première étape de ce processus commence généralement après que les déchets, déposés dans une décharge, y ont séjourné de 10 à 50 jours. Bien que la plus grande part du méthane et du dioxyde de carbone soit produite dans les 20 ans de l'enfouissement, les émissions peuvent se poursuivre pendant 100 ans, voire davantage (Levelton, 1991).

Les sites d'enfouissement au Canada

Le Canada compte bien au-delà de 10 000 sites d'enfouissement[1]. Les émanations de méthane des décharges ont augmenté depuis 1990; toutefois, le volume de gaz capté et brûlé s'est accru lui aussi.

[1] Levelton, 1991

Traitement des eaux usées

Les émissions imputables au traitement des eaux usées totalisaient 1,4 Mt en 1999, 10 % de plus qu'en 1990 (tableau 2). Essentiellement, elles ont suivi la courbe démographique du Canada pour la même période.

Les eaux usées municipales peuvent faire l'objet d'un traitement aérobie ou anaérobie. Le traitement anaérobie entraîne une production de méthane. Les émissions des systèmes aérobies sont considérées négligeables. Les deux types de systèmes génèrent de l'oxyde nitreux par suite de la nitrification et de la dénitrification de l'azote des eaux d'égout (GIEC, 1997). Ils produisent également du dioxyde de carbone mais, comme discuté précédemment, les émissions de dioxyde de carbone issues de la décomposition des aliments ne sont par inventoriées.

Tableau 1. Évolution des émissions de méthane depuis les décharges , 1990 à 1999 (Mt d'éq CO_2)

	Sites d'enfouissement des déchets solides municipaux			Émissions des sites d'enfouissement de	Émissions
Année	généré	capturé*	émis	déchets de bois	Total
1990	21,5	4,4	17,0	1,5	18,5
1991	22,1	4,5	17,6	1,6	19,2
1992	22,7	4,7	18,0	1,6	19,6
1993	23,2	4,8	18,4	1,7	20,1
1994	23,7	5,1	18,6	1,7	20,3
1995	24,2	5,6	18,6	1,8	20,4
1996	24,7	6,1	18,6	1,8	20,4
1997	25,2	6,1	19,0	1,9	20,9
1998	25,7	6,1	19,5	1,9	21,4
1999	26,2	6,1	20,0	1,8	21,9

* les données de 1998 et 1999 n'étaient pas disponibles; les émissions ont été gardées au niveau de 1997.

Incinération des déchets

L'inventaire comprend les émissions provenant de l'incinération des déchets urbains solides et des boues résiduaires. Même si les émissions causées par l'incinération des déchets représentaient une source mineure de gaz à effet de serre en 1999 (0,35 Mt), elles ont augmenté de près de 9 % depuis 1990, principalement en raison de l'incinération des déchets urbains solides. Tout comme les émissions associées au traitement des eaux usées, les émissions issues de l'incinération des déchets suivent l'évolution démographique du Canada.

Plusieurs municipalités canadiennes recourent à des incinérateurs pour réduire le volume de déchets à enfouir et le volume de boues résiduaires vouées à l'épandage. Les émissions de gaz à effet de serre des incinérateurs dépendent de facteurs tels que le volume de déchets incinérés, la composition des déchets, la teneur en carbone des déchets autres que la biomasse et les conditions d'exploitation des équipements.

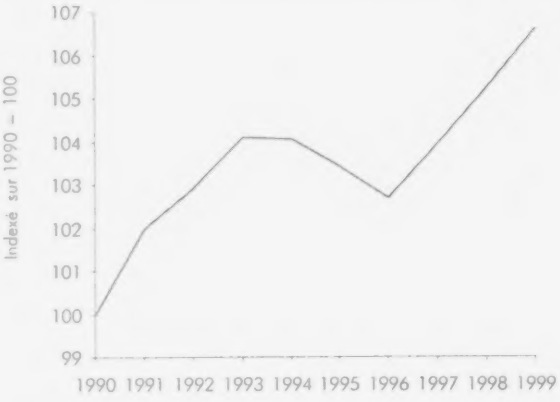
Émissions des déchets par habitant

Par habitant, les émissions de gaz à effet de serre imputables aux déchets ont augmenté de 6,6 % entre 1990 et 1999, principalement en raison de la hausse des émissions des décharges (figure 3). Cette augmentation excède la croissance démographique enregistrée durant la même période, puisque les matières enfouies au cours des décennies précédentes dégagent encore aujourd'hui du méthane. Le déclin observé vers le milieu des années 1990 dans la hausse des émissions par habitant est directement imputable aux programmes de captage du méthane dans les décharges.

TABLEAU 2. Évolution des émissions de gaz à effet de serre provenant du traitement des eaux usées, 1990 à 1999 (Mt d'éq. CO_2)

Année	CH_4	N_2O	Total
1990	0.36	0.87	1.22
1991	0.36	0.88	1.24
1992	0.36	0.89	1.25
1993	0.37	0.90	1.27
1994	0.37	0.91	1.28
1995	0.38	0.92	1.30
1996	0.38	0.93	1.31
1997	0.39	0.94	1.33
1998	0.39	0.95	1.34
1999	0.40	0.95	1.35

FIGURE 3. Évolution des émissions de gaz à effet de serre associées aux déchets, par habitant, 1990 à 1999



Références

Environnement Canada, *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990 - 1999 : Méthodes et pratiques d'estimation des émissions et de l'absorption*, avril 2001

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Vol. 1 et Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol. 3*. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996, 1997.

Levelton, BH, Levelton & Associates, *Inventory of Methane Emissions from Landfills in Canada*, préparé pour Environnement Canada, juin 1991.

Statistique Canada. *Statistiques démographiques annuelles*, 2000, no de catalogue 91-213.

Également disponible dans cette série :
Aperçu * Industries pétrolière et électrique * Transports
Changement d'affectation des terres et foresterie
Secteurs résidentiel, commercial et institutionnel
Déchets * Industrie * Agriculture

Aussi disponible en anglais

Contact :
Art Jaques, Ing.
Chef - Division GES, Environnement Canada
351 Boulevard St. Joseph, Hull (Quebec), K1A 0H3
(819) 994-3098 (Tél), (819) 953-3006 (Télécopieur)
ghg@ec.gc.ca

Imprimé au Canada sur du papier recyclé avec des encres végétales

www.ec.gc.ca/pdb/ghg/ghg_home_f.cfm

CAT: En40-238/8F-IN, ISBN: 0-662-86540-5